

الباب الثالث

اللاتزان الكيمياءى

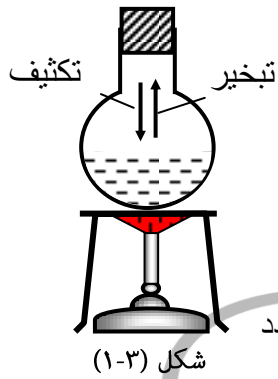
- النظام المتزن
- نظام ساكن على المستوى المرئى ونظام ديناميكى على المستوى غير المرئى

اللاتزان فى الأنظمة الفيزياءىة :

الخطوات : نضع كمية من الماء فى إناء مغلق على موقد مشتعل.

الملاحظة :

- * تحدث عمليتين متضادتين أو متعاكستين هما عمليتا التبخير والتكثيف.
- * فى بداية التسخين يكون معدل تبخير الماء هى العملية السائدة يصحبها زيادة فى الضغط البخارى.



- الضغط البخارى
- ضغط بخار الماء الموجود فى الهواء عند درجة حرارة معينة

* وتستمر عملية التبخير حتى يتساوى الضغط البخارى مع ضغط بخار الماء المشبع.

- ضغط بخار الماء المشبع
- أقصى ضغط لبخار الماء يمكن أن يوجد فى الهواء عند درجة حرارة معينة

الاستنتاج : تحدث حالة اتزان بين سرعة التبخير وسرعة التكثيف، ويكون عندها عدد جزيئات الماء التى تتبخر مساو لعدد جزيئات البخار التى تتكثف.

$$\text{ماء (سائل)} \xrightleftharpoons[\text{تكثيف}]{\text{تبخير}} \text{ماء (بخار)}$$

وكما يحدث اتزان فى الأنظمة الفيزياءىة يحدث أيضاً اتزان فى العديد من التفاعلات الكيمياءىة ويمكن تقسيم التفاعلات الكيمياءىة إلى نوعين هما :

التفاعلات الكيمياءىة

تفاعلات غير تامة (إنعكاسية)

تفاعلات تامة (غير إنعكاسية)

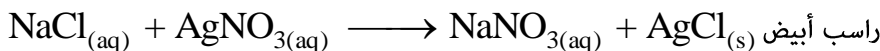
Complete Reactions

أولاً التفاعلات التامة (غير الانعكاسية)

- التفاعلات التامة
- تفاعلات تسير فى اتجاه واحد غالباً (الاتجاه الطردى تقريباً) حيث يصعب على المواد الناتجة التى تحتوى على غاز أو راسب أن تتحد مع بعضها مرة أخرى لتكوين المواد المتفاعلة فى نفس ظروف إجراء التفاعل.

أمثلة :

(٢) عند إضافة محلول كلوريد الصوديوم إلى محلول نترات الفضة نلاحظ تكون راسب أبيض من كلوريد الفضة.



(ب) عند وضع شريط من الماغنسيوم في محلول حمض الهيدروكلوريك يتصاعد غاز الهيدروجين.



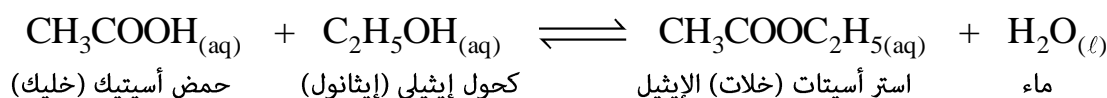
Reversible Reactions

ثانياً تفاعلات انعكاسية (غير تامة)

● التفاعلات الإنعكاسية

تفاعلات تكون المواد المتفاعلة والمواد الناتجة من التفاعل موجودة باستمرار في حيز التفاعل

مثال : عند تعادل مول من حمض الأسيتيك (الخليك) مع مول من الكحول الإيثيلي (الإيثانول) فإن من المتوقع من معادلة التفاعل الآتية تكون مول من الأستر أسيتات (خلات) الإيثيل ومول من الماء.



إذا اخترنا محلول تفاعل الأسترة بورقة عباد الشمس زرقاء نجدها تحمر رغم أن المواد الناتجة من التفاعل متعادلة التأثير على عباد الشمس ... فما سبب هذه الحموضة إذن ؟

التفاعل السابق ليس من التفاعلات التامة والتي تسير في اتجاه تكوين النواتج فقط ، ويعتبر من التفاعلات المنعكسة التي تسير في كلا الاتجاهين الطردي والعكسي.



وبالتالي فإن المواد المتفاعلة والمواد الناتجة من التفاعل تكون موجودة باستمرار في حيز التفاعل عند الإتران ... وهذا يفسر سبب حموضة خليط التفاعل لوجود حمض الخليك.

● الإتران الكيميائي في التفاعلات الإنعكاسية

نظام ديناميكي يحدث عندما يتساوى معدل التفاعل الطردي مع معدل التفاعل العكسي وتثبت تراكيز المتفاعلات والنواتج وبظل الإتران قائماً طالماً كانت جميع المواد المتفاعلة والناتجة موجودة في وسط التفاعل (لم يتصاعد غاز ولم يتكون راسب) وما دامت ظروف التفاعل مثل درجة الحرارة أو الضغط ثابتة

Rate of Chemical Reaction

معدل التفاعل الكيميائي

● معدل (سرعة) التفاعل الكيميائي

تغير تركيز المواد المتفاعلة في وحدة الزمن.

* وحدة قياس الزمن (الثانية) أو (الدقيقة)

* وحدة قياس تركيز المحلول (mol/L)

ملحوظة :

(س) قارن بين معدل (سرعة) التفاعل التام والتفاعل الإنعكاسي موضحاً بالرسم البياني ؟

التفاعلات الإنعكاسية	التفاعلات التامة
يقل تركيز المواد المتفاعلة ويزداد تركيز المواد الناتجة إلى أن يصل إلى حالة الإتران. شكل (٣-٣) ، شكل (٤-٣) ، شكل (٥-٣)	يقل تركيز المواد المتفاعلة إلى أن تستهلك تقريباً ويزداد تركيز المواد الناتجة من التفاعل. شكل (٢-٣)
$\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_{5(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$	$\text{Mg(s)} + 2\text{HCl}_{(\text{aq})} \longrightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_{2(\text{g})}$

<p>شكل (٥-٣)</p>	<p>شكل (٤-٣)</p>	<p>شكل (٣-٣)</p>	<p>شكل (٢-٣)</p>
<p>تفاعل إنعكاسي تركيز النواتج < تركيز المتفاعلات عند الإتزان : معدل التفاعل الطردي = معدل التفاعل العكسي</p>	<p>تفاعل إنعكاسي تركيز النواتج > تركيز المتفاعلات عند الإتزان : معدل التفاعل الطردي = معدل التفاعل العكسي</p>	<p>تفاعل إنعكاسي تركيز النواتج = تركيز المتفاعلات عند الإتزان : معدل التفاعل الطردي = معدل التفاعل العكسي</p>	<p>تفاعل تام تركيز المتفاعلات أقل ما يمكن وتركيز النواتج أكبر ما يمكن</p>

أنواع التفاعلات الكيميائية حسب معدل (سرعة) التفاعل :

(١) تفاعلات لحظية نسبياً : تفاعلات تنتهي نسبياً في وقت قصير جداً.

مثل : تفاعل محلول نترات الفضة مع محلول كلوريد الصوديوم حيث ينتج راسب أبيض شحيح الذوبان من كلوريد الفضة بمجرد خلط المواد المتفاعلة.

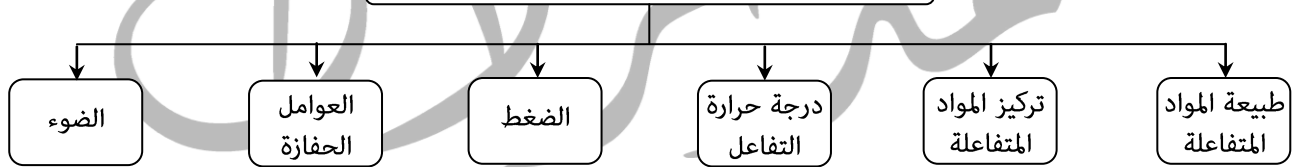
(٢) تفاعلات بطيئة نسبياً : تفاعلات تنتهي في وقت أطول نسبياً.

مثل : تفاعل الزيوت النباتية مع الصودا الكاوية لتكوين الصابون والجلسرين.

(٣) تفاعلات بطيئة جداً : تفاعلات يتطلب حدوثها شهوراً عديدة.

مثل : تفاعل تكوين الصدأ.

العوامل التي تؤثر على معدل (سرعة) التفاعل الكيميائي



أولاً طبيعة المواد المتفاعلة :

يقصد بطبيعة المواد المتفاعلة عاملان مهمان هما :

(١) نوع الترابط في المواد المتفاعلة :

(١) عندما تكون المواد المتفاعلة أيونية : تكون التفاعلات لحظية وسريعة جداً ... علل ؟ لأن التفاعل يتم بين الأيونات حيث أن أيونات المواد المتفاعلة تتفاعل بسرعة بمجرد خلطها.

مثال : تفاعل محلول كلوريد الصوديوم مع محلول نترات الفضة.

(٢) عندما تكون المواد المتفاعلة تساهمية : تكون التفاعلات بطيئة عادة ... علل ؟

لأن التفاعل يتم بين الجزيئات.

مثال : تفاعل الأسطرة بين حمض الخليك (الأسيتيك) والكحول الإيثيلي (الإيثانول)

(ب) مساحة السطح المعرض للتفاعل :

تلعب درجة تجزئة المادة دوراً مهماً في زيادة سرعة التفاعل ... علل ؟

لأنه بزيادة مساحة السطح المعرض للتفاعل يزداد سرعة التفاعل.

تجربة توضح أثر مساحة سطح المتفاعلات على سرعة التفاعل الكيميائي

الخطوات :

(١) ضع كتلتين متساويتين من الخارصين في أنبوتي اختبار، إحداها على هيئة مسحوق والأخرى على هيئة قطع.

(٢) اضع إلى كل منهما حجماً متساوياً من حمض الهيدروكلوريك المخفف.

الملاحظة :

التفاعل في حالة المسحوق ينتهي في وقت أقل من التفاعل في حالة القطع.

الاستنتاج :

كلما زادت مساحة سطح المتفاعلات المعرض للتفاعل، كلما كان معدل التفاعل أسرع.

ثانياً تركيز المواد المتفاعلة :



جولد برج وفاج

كلما زاد عدد الجزيئات المتفاعلة (أي كلما زاد التركيز) زادت فرص التصادم وزادت سرعة التفاعل الكيميائي.

وقد أوجد العالمان النرويجيان **جولد برج** **Guldberg** ، و **فاج** **Waage** القانون الذي يعبر عن العلاقة بين سرعة التفاعل الكيميائي وتركيز المواد المتفاعلة، وهو ما يعرف بقانون فعل الكتلة

قانون فعل الكتلة Law of Mass Action

يتناول هذا القانون تأثير التركيز على معدل التفاعل وينص على :

● **قانون فعل الكتلة** ●
عند ثبوت درجة الحرارة تتناسب سرعة التفاعل تناسباً طردياً مع حاصل ضرب التركيزات الجزيئية لمواد التفاعل (كل مرفوع لأس يساوي عدد مولات الجزيئات أو الأيونات في معادلة التفاعل موزونة)

تجربة : توضح قانون فعل الكتلة (تأثير التركيز على معدل التفاعل الكيميائي)

الخطوات :

(١) أضف محلول كلوريد الحديد **III** (ذو اللون الأصفر الباهت) تدريجياً إلى محلول ثيوسيانات الأمونيوم (عديم اللون)

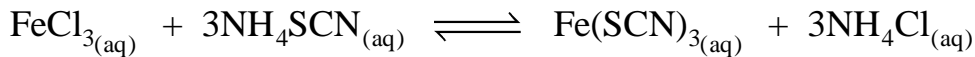
(٢) أضف المزيد من محلول كلوريد الحديد **III**

الملاحظة :

(١) يتلون المحلول باللون الأحمر الدموي.

(٢) يزداد لون المحلول احمراراً

الاستنتاج :



كلوريد الأمونيوم ثيوسيانات حديد (III) ثيوسيانات أمونيوم كلوريد حديد (III)
(أحمر دموي) (عديم اللون) (أصفر باهت)

عند زيادة التركيز الجزئي لمحلول كلوريد الحديد **III** ينشط التفاعل في اتجاه تكوين ثيوسيانات الحديد **III** (أي يزداد معدل التفاعل الطردي)

استنتاج قانون ثابت الاتزان K_c

عندما يتساوى معدل التفاعل العكسي (r_2) مع معدل التفاعل الطردي (r_1) في التفاعل السابق فإن التفاعل يكون قد وصل إلى حالة الاتزان.

ويعبر عن كلا المعدلين للتفاعل بما يأتي :

$$\begin{aligned} \therefore r_1 &\propto [\text{FeCl}_3] [\text{NH}_4\text{SCN}]^3 \Rightarrow \therefore r_1 = k_1 [\text{FeCl}_3] [\text{NH}_4\text{SCN}]^3 \\ \therefore r_2 &\propto [\text{Fe}(\text{SCN})_3] [\text{NH}_4\text{Cl}]^3 \Rightarrow \therefore r_2 = k_2 [\text{Fe}(\text{SCN})_3] [\text{NH}_4\text{Cl}]^3 \end{aligned}$$

ملاحظات هامة :

- ① الأفراس المستطيلة [] تدل على التركيزات بوحدة (mol/L)
 ② ثابت معدل التفاعل الطردي. (k₁)
 ③ ثابت معدل التفاعل العكسي. (k₂)

عند الاتزان يتساوى معدل التفاعل الطردي (r₁) مع معدل التفاعل العكسي (r₂)

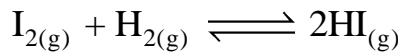
$$r_1 = r_2$$

$$k_1 [\text{FeCl}_3] [\text{NH}_4\text{SCN}]^3 = k_2 [\text{Fe}(\text{SCN})_3] [\text{NH}_4\text{Cl}]^3$$

$$\therefore \frac{k_1}{k_2} = k_c = \frac{[\text{Fe}(\text{SCN})_3] [\text{NH}_4\text{Cl}]^3}{[\text{FeCl}_3] [\text{NH}_4\text{SCN}]^3}$$

خارج قسمة $\frac{k_1}{k_2}$ مقدار ثابت يرمز له بالرمز **K_c** ويعرف بثابت الاتزان لهذا التفاعل.

مثال (1)



احسب ثابت الاتزان للتفاعل التالي :

إذا علمت أن تركيزات كل من اليود، والهيدروجين، ويوديد الهيدروجين عند الاتزان هي على الترتيب (1.563 , 0.221 , 0.221 mol/L)

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2] [\text{I}_2]} = \frac{(1.563)^2}{0.221 \times 0.221} = 50$$

الإجابة

ملاحظات هامة جداً :

① القيم الصغيرة لثابت الاتزان (**K_c < 1**) .. تعني أن حاصل ضرب تركيز النواتج (في البسط) أقل من تركيز المواد المتفاعلة (في المقام) "كل مرفوع لأس يساوي عدد مولاته" .. مما يعني أن التفاعل لا يسير بشكل جيد نحو تكوين النواتج وأن التفاعل العكسي هو السائد (له دور فعال). شكل (٤-٣)

مثال : ذوبانية كلوريد الفضة في الماء: $\text{AgCl}_{(s)} \rightleftharpoons \text{Ag}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$, $K_c = 1.7 \times 10^{-10}$
 القيمة الصغيرة لثابت الاتزان **K_c** للتفاعل السابق تدل على أن كلوريد الفضة شحيح الذوبان في الماء.

② القيم الكبيرة لثابت الاتزان (**K_c > 1**) .. تعني أن حاصل ضرب تركيز النواتج (في البسط) أكبر من تركيز المواد المتفاعلة (في المقام) "كل مرفوع لأس يساوي عدد مولاته" .. مما يعني أن التفاعل لا يسير بشكل جيد نحو تكوين المتفاعلات وأن التفاعل الطردي هو السائد (له دور فعال). شكل (٥-٣)

مثال : تفاعل الكلور مع الهيدروجين $\text{H}_{2(g)} + \text{Cl}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{HCl}_{(g)}$, $K_c = 4.4 \times 10^{32}$
 القيمة الكبيرة لثابت الاتزان **K_c** للتفاعل السابق تدل على صعوبة انحلال كلوريد الهيدروجين إلى عنصريه.

③ لا يكتب تركيز الماء النقي كمذيب أو المواد الصلبة أو الرواسب في معادلة حساب ثابت الاتزان ... علل ؟ لأنها تركيزات ثابتة بوجه عام مهما اختلفت كميتها لأن قيمتها لا تتغير بدرجة ملموسة ومقدار ما يتفكك منها مقدار ضئيل جداً.

④ القيمة العددية لثابت الاتزان لا تتغير بتغير تركيز المواد المتفاعلة أو الناتجة عند نفس درجة الحرارة.

ثالثاً تأثير درجة الحرارة :

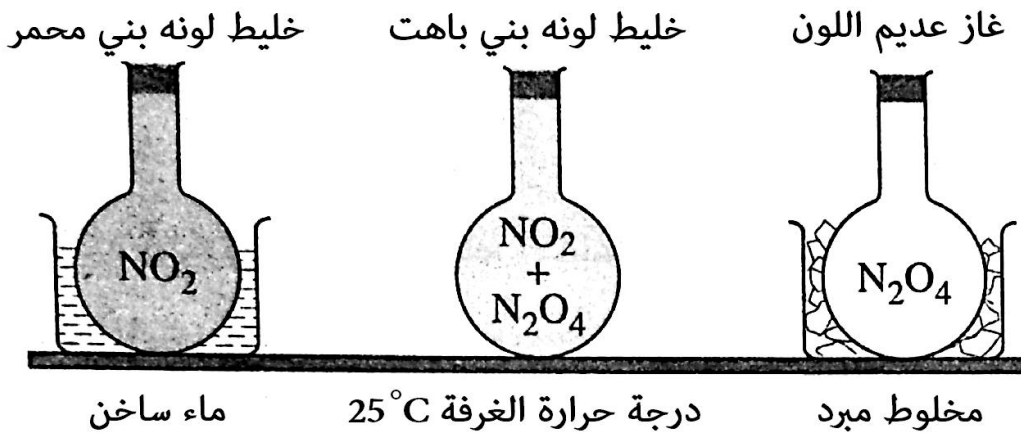
يمكن تفسير تأثير درجة الحرارة على سرعة التفاعل الكيميائي في ضوء نظرية التصادم التي تفترض أنه يشترط لحدوث التفاعل الكيميائي أن تصطدم جزيئات المواد المتفاعلة بحيث تكون الجزيئات المتصادمة ذات السرعات العالية جداً فقط هي التي تتفاعل ... علام ؟ لأن طاقتها الحركية العالية تمكنها من كسر الروابط بين الجزيئات فيحدث التفاعل الكيميائي

● **طاقة التنشيط** : الحد الأدنى من الطاقة الحركية التي يجب أن يمتلكها الجزيء لكي يتفاعل عند التصادم

● **الجزيئات المنشطة** : الجزيئات ذات الطاقة الحركية المساوية لطاقة التنشيط أو تفوقها

<p>① نستنتج من هذه النظرية أن زيادة درجة الحرارة يزيد نسبة الجزيئات المنشطة وبالتالي يزيد معدل التفاعل الكيميائي.</p> <p>② قد وجد أن كثيراً من التفاعلات الكيميائية تتضاعف سرعتها تقريباً إذا ارتفعت درجة الحرارة بمقدار عشر درجات مئوية.</p>	<p>ملاحظات هامة :</p>
---	------------------------------

تجربة : لإيضاح تأثير درجة الحرارة على سرعة تفاعل متزن

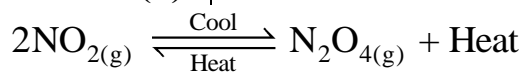


الملاحظة :

- ① عند انخفاض درجة الحرارة تقل درجة اللون تدريجياً حتى يزول اللون البني المحمر.
- ② يبدأ اللون البني المحمر في الظهور ولا يلبث أن يعود إلى ما كان عليه.
- ③ تزداد درجة اللون البني المحمر

الخطوات :

- ① ضع دورق زجاجي يحتوي على غاز ثاني أكسيد النيتروجين (لونه بني محمر) في إناء به مخلوط مبرد.
- ② اخرج الدورق من المخلوط المبرد، واتركه لتعود درجة حرارته إلى درجة حرارة الغرفة (25°C).
- ③ ضع الدورق في إناء به ماء ساخن.



بني محمر عديم اللون

الاستنتاج :

إزاحة (امتصاص) الحرارة من تفاعل متزن طارد للحرارة ينتج عنها سير التفاعل في الاتجاه الطردى الذي ينتج فيه حرارة.

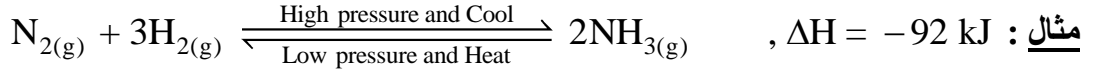
* في التفاعل الطارِد للحرارة : يسير التفاعل في الاتجاه الطردى بالتبريد وفي الاتجاه العكسي بالتسخين.

* في التفاعل المَص للحرارة : يسير التفاعل في الاتجاه الطردى بالتسخين وفي الاتجاه العكسي بالتبريد.

رابعاً تأثير الضغط :

ملاحظات :

- ① تركيز المواد في المحاليل يعبر عنها عادة بالمولارية ، ويتم التعبير عنها بوضع المادة بين قوسين مربعين []
- ② إذا كانت المواد الداخلة في التفاعل أو الناتجة منه في الحالة الغازية فإن التعبير عن التركيز يتم عادة باستخدام ضغطها الجزئي.



(4 mol)

(2 mol)

تشغل حجم أكبر

تشغل حجم أقل

من المثال السابق نجد أن 4 مول من الجزيئات تتفاعل لينتج 2 مول من جزيئات النشادر.. أي أن تكوين النشادر يكون مصحوباً بنقص في عدد المولات وبالتالي ينقص في الحجم .. وقد وجد أنه بالضغط والتبريد يزداد معدل تكون غاز النشادر.

نستنتج من المثال السابق : في التفاعلات الغازية المتزنة الطاردة للحرارة فإن :

- ① زيادة الضغط يجعل التفاعل ينشط في الاتجاه الذي يقل فيه الحجم.
- ② التبريد يجعل التفاعل ينشط في اتجاه النواتج.

شروط تأثير الضغط على تفاعل كيميائي :

- (١) التفاعل يكون متزن (إنعكاسي).
- (٢) المتفاعلات والنواتج تكون في الحالة الغازية.
- (٣) عدد مولات جزيئات المتفاعلات لا تساوي عدد مولات جزيئات النواتج.

ثابت الاتزان (بدلالة الضغوط الجزئية) K_p :

يعبر عن ثابت الاتزان في التفاعلات الغازية (مثل : تفاعل تحضير غاز النشادر من عنصره) بالرمز K_p للدلالة على تركيز المواد معبراً عنه بالضغط الجزئي.



لو شاتيليه

$$K_p = \frac{(P_{\text{NH}_3})^2}{(P_{\text{N}_2}) \times (P_{\text{H}_2})^3}$$

ثابت الاتزان (بدلالة الضغوط الجزئية)

ملاحظات :

- ① القيمة العددية لثابت الاتزان K_p للتفاعل لا تتغير بتغير الضغوط الجزئية للغازات المتفاعلة أو الناتجة في نفس درجة الحرارة.
- ② الضغط الكلي للتفاعل هو مجموع الضغوط الجزئية لغازاته (والمرتبطة بعدد مولات كل غاز)

مثال (2)



إذا كانت ضغط الغاز $\text{NO}_2 = 2 \text{ atm}$ ، الغاز $\text{O}_2 = 1 \text{ atm}$ ، الغاز $\text{N}_2 = 0.2 \text{ atm}$

ثم احسب الضغط الكلي للتفاعل.

الإجابة

$$K_p = \frac{(P_{NO_2})^2}{(P_{N_2}) \times (P_{O_2})^2} = \frac{(2)^2}{(0.2 \times 1^2)} = 20$$

$$3.2 \text{ atm} = 2 + 1 + 0.2 = P_{NO_2} + P_{O_2} + P_{N_2} = \text{الضغط الكلي للتفاعل}$$

من جملة المشاهدات السابقة وغيرها استطاع العالم الفرنسي "Le Chateller" أن يضع قاعدة تعرف باسمه وهي تصف تأثير العوامل المختلفة من تركيز وحرارة وضغط على الأنظمة المتزنة.

● قاعدة لوشاتيليه ●

إذا حدث تغير في أحد العوامل المؤثرة على نظام في حالة اتزان مثل التركيز ، الضغط ، درجة الحرارة فإن النظام ينشط في الاتجاه الذي يقلل أو يلغي تأثير هذا التغير.

تطبيقات على قاعدة لو شاتيليه

① تغير التركيز :

المثال	العامل المؤثر
$FeCl_{3(aq)} + 3NH_4SCN_{(aq)} \rightleftharpoons Fe(SCN)_{3(aq)} + 3NH_4Cl_{(aq)}$ <p>(أصفر باهت) (عديم اللون) (أحمر دموي)</p>	
عند زيادة تركيز ثيوسيانات الأمونيوم أو كلوريد الحديد III ينشط التفاعل في الاتجاه الطردوي ويزداد اللون الأحمر الدموي.	(١) زيادة تركيز أحد المتفاعلات
عند زيادة تركيز ثيوسيانات الحديد III أو كلوريد الأمونيوم ينشط التفاعل في الاتجاه العكسي ويزداد اللون الأصفر الباهت.	(٢) زيادة تركيز أحد النواتج

② تغير درجة الحرارة :

المثال	العامل المؤثر
(١) التفاعلات الطاردة للحرارة (تكتب Heat في النواتج أو ΔH إشارتها سالبة -)	
$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} , \Delta H = -92 \text{ kJ}$ $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + \text{Heat}$	
ينشط التفاعل في الاتجاه العكسي (المتفاعلات).	(١) رفع درجة الحرارة
ينشط التفاعل في الاتجاه الطردوي (النواتج).	(٢) زيادة تركيز أحد النواتج
(٢) التفاعلات الماصة للحرارة (تكتب Heat في المتفاعلات أو ΔH إشارتها موجبة +)	
$CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)} , \Delta H = +175 \text{ kJ}$ $CaCO_{3(s)} + \text{Heat} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$	
ينشط التفاعل في الاتجاه الطردوي (النواتج).	(١) رفع درجة الحرارة
ينشط التفاعل في الاتجاه العكسي (المتفاعلات).	(٢) خفض درجة الحرارة

③ تغير الضغط :

العامل المؤثر	مثال
(أ) عدد مولات جزيئات النواتج أكبر من عدد مولات جزيئات المتفاعلات	
$2O_{3(g)} \rightleftharpoons 3O_{2(g)}$	
(١) زيادة الضغط.	ينشط التفاعل في الاتجاه العكسي (المتفاعلات).
(٢) نقص الضغط.	ينشط التفاعل في الاتجاه الطردي (النواتج).
(ب) عدد مولات جزيئات النواتج أصغر من عدد مولات جزيئات المتفاعلات	
$2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$	
(١) زيادة الضغط.	ينشط التفاعل في الاتجاه الطردي (النواتج).
(٢) نقص الضغط.	ينشط التفاعل في الاتجاه العكسي (المتفاعلات).
(ج) عدد مولات جزيئات النواتج يساوي عدد مولات جزيئات المتفاعلات	
$I_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$	
زيادة أو خفض الضغط	لا يؤثر على اتزان النظام.

تلخيص قاعدة لوشاتيليه «أثر العوامل المختلفة في اتزان التفاعلات الإنعكاسية»

التغير الحادث	اتجاه إزاحة التفاعل	الأثر على ثابت الإتزان
أثر تغير التركيز		
(١) زيادة تركيز أحد المتفاعلات المناسبة.	★ يزاح التفاعل في الاتجاه الطردي.	★ لا يتأثر.
(٢) نقص تركيز أحد المتفاعلات المناسبة.	★ يزاح التفاعل في الاتجاه العكسي.	★ لا يتأثر.
(٣) زيادة تركيز أحد النواتج المناسبة.	★ يزاح التفاعل في الاتجاه العكسي.	★ لا يتأثر.
(٤) نقص تركيز أحد النواتج المناسبة.	★ يزاح التفاعل في الاتجاه الطردي.	★ لا يتأثر.
أثر تغير درجة الحرارة		
(١) رفع درجة حرارة تفاعل طارد للحرارة.	★ يزاح التفاعل في الاتجاه العكسي.	★ يقل.
(٢) خفض درجة حرارة تفاعل طارد للحرارة.	★ يزاح التفاعل في الاتجاه الطردي.	★ يزيد.
(٣) رفع درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة.	★ يزاح التفاعل في الاتجاه الطردي.	★ يزيد.
(٤) خفض درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة.	★ يزاح التفاعل في الاتجاه العكسي.	★ يقل.
أثر تغير الضغط		
(١) زيادة الضغط (نقص الحجم)	★ يزاح التفاعل في الاتجاه الذي يكون عدد مولات الغاز فيه أقل.	★ لا يتأثر.
(٢) خفض الضغط (زيادة الحجم)	★ يزاح التفاعل في الاتجاه الذي يكون عدد مولات الغاز فيه أقل.	★ لا يتأثر.
(٣) زيادة أو خفض الضغط في التفاعلات التي يكون فيها (عدد مولات الغازات المتفاعلة = عدد مولات الغازات الناتجة)	★ لا يتأثر.	★ لا يتأثر.
أثر إضافة عامل حفاز		
إضافة العوامل الحفازة إلى التفاعلات المترنة.	★ لا يتأثر.	★ لا يتأثر.

خامساً تأثير العوامل الحفازة :

علمت مما سبق أن التفاعلات البطيئة تحتاج إلى تسخين لكي تسير بمعدل أسرع ، ولكن إذا كنا بصدد تطبيق هذه التفاعلات في الصناعة فإن دور الكيميائي في المصنع يبرز في البحث عن أفضل السبل لزيادة الانتاج وتحسينه بأقل التكاليف وبالتالي استعمال مواد حفازة Catalysts

معظم التفاعلات البطيئة يمكن إصراعها باستعمال مواد حفازة تزيد من معدلها دون الحاجة لزيادة درجة الحرارة ... **علل** ؟ لأن تكاليف الطاقة اللازمة للتسخين لإحداث هذه التفاعلات ستكون عالية مما يؤدي إلى رفع أسعار السلع المنتجة لتحميل تكاليف الطاقة على أسعارها.

● العامل الحفاز ●

- * مادة يلزم منها القليل لتغير معدل التفاعل الكيميائي دون أن تتغير أو تغير من وضع الاتزان.
- * مادة تزيد من معدل التفاعلات البطيئة دون الحاجة لزيادة درجة الحرارة.

دور العامل الحفاز :

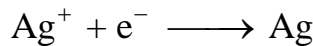
- ① يزيد من سرعة التفاعلات الكيميائية البطيئة.
- ② يقلل من طاقة التنشيط اللازمة للتفاعل وبالتالي يوفر الطاقة اللازمة للتسخين لاحداث هذه التفاعلات البطيئة أو يقلل من استهلاك هذه الطاقة الحرارية.
- ③ لا يغير من وضع الاتزان في التفاعلات الانعكاسية ... **علل** ؟
لأنه يسرع التفاعل العكسي والطردي بنفس المعدل.

مجالات استخدام العامل الحفاز :

- (١) تستخدم الحفازات في أكثر من 90% من العمليات الصناعية مثل : الأسمدة والبتر وكيمياويات والأغذية.
- (٢) توضع في المحولات الحفزية المستخدمة في شاحنات السيارات لتحويل غازات الاحتراق الملوثة للجو إلى نواتج آمنة. **والحفازات** : قد تكون عناصر فلزية أو أكاسيدها أو مركباتها.
- (٣) تعمل الإنزيمات (وهي جزيئات من البروتين تتكون في الخلايا الحية) كعوامل حفز للعديد من العمليات البيولوجية والصناعية.

سادساً تأثير الضوء :

- (١) في عملية البناء الضوئي يقوم الكلوروفيل في النبات بامتصاص الضوء وتكوين الكربوهيدرات في وجود ثاني أكسيد الكربون والماء.
- (٢) أفلام التصوير تحتوي على بروميد الفضة في طبقة جيلاتينية وعندما يسقط الضوء عليها فإنه يعمل على اكتساب أيون الفضة الموجب للإلكترونات من أيون البروميد السالب يتحول إلى فضة ويمتص البروم المتكون في الطبقة الجيلاتينية وكلما زادت شدة الضوء زادت كمية الفضة المتكونة.



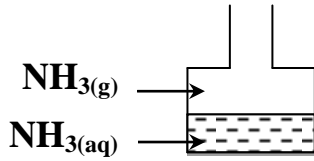
تقويم الدرس الأول : اللاتزان الكيمياء

١ اكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات الآتية :

- (١) نظام ساكن على المستوى المرئي وديناميكي على المستوى غير المرئي. (مصر أول ١٤)
- (٢) ضغط بخار الماء الموجود في الهواء عند درجة حرارة معينة
- (٣) أقصى ضغط لبخار الماء يمكن أن يتواجد في الهواء عند درجة حرارة معينة (السودان أول ٠٧)
- (٤) تفاعلات تسير في الاتجاه الطردي فقط لخروج أحد النواتج من حيز التفاعل في صورة راسب أو غاز. (مصر ثان ٩٨)
- (٥) تفاعلات تسير في كلا من الاتجاهين الطردي والعكسي وتكون كل من المواد المتفاعلة والنااتجة موجودة باستمرار في حيز التفاعل.
- (٦) حالة اللاتزان التي لا يتغير عندها تركيز المواد المتفاعلة.
- (٧) نظام ديناميكي يحدث عند تساوي معدل التفاعل الطردي مع معدل التفاعل العكسي وثبات تركيز المتفاعلات والنواتج ويظل اللاتزان قائماً طالما ظلت جميع المواد المتفاعلة والنااتجة موجودة في حيز التفاعل ومادامت ظروف التفاعل ثابتة. (مصر أول ٠٨ ، مصر ثان ١٠ ، مصر ثان ١٢ ، تجريبي ١٤)
- (٨) مقدار التغير في تركيز المواد المتفاعلة في وحدة الزمن. (مصر ثان ٠٧ ، مصر أول ١٢)
- (٩) التفاعلات التي تنتهي في وقت قصير جداً، بمجرد خلط المواد المتفاعلة.
- (١٠) عند ثبوت درجة الحرارة تتناسب سرعة التفاعل الكيميائي تناسباً طردياً مع حاصل ضرب تركيزات المواد المتفاعلة. (مصر ثان ٠٠ ، مصر ثان ٠٦ ، السودان أول ١٤)
- (١١) النسبة بين ثابت معدل التفاعل الطردي إلى ثابت معدل التفاعل العكسي (الأزهر أول ٠٩)
- (١٢) التفاعل الذي يسير بشكل جيد عندما يكون ثابت اللاتزان K_c صغيراً.
- (١٣) التفاعل الذي يسير بشكل جيد عندما يكون ثابت اللاتزان K_c كبيراً.
- (١٤) الحد الأدنى من الطاقة التي يجب أن يمتلكها الجزيء لكي يتفاعل عند الاصطدام (مصر أول ٠٥ ، السودان ثان ٠٧ ، مصر أول ٠٩ ، مصر ثان ١١ ، مصر أول ١٤)
- (١٥) الجزيئات ذات الطاقة الحركية المساوية لطاقة التنشيط أو تفوقها. (مصر ثان ٠٦)
- (١٦) مجموع الضغوط الجزئية لخليط المتفاعلات والنواتج في تفاعل غازي.
- (١٧) إذا حدث تغير في أحد العوامل المؤثرة على نظام متزن ، مثل التركيز والضغط ودرجة الحرارة فإن النظام ينشط في الاتجاه الذي يقلل أو يلغي تأثير هذا التغير (تجريبي ١٠ ، مصر أول ١٢)
- (١٨) ثابت اللاتزان معبراً عنه بالتركيزات المولارية.
- (١٩) ثابت اللاتزان معبراً عنه بالضغوط الجزئية للغازات.
- (٢٠) مادة تغير من معدل التفاعل الكيميائي دون أن تتغير أو تغير من وضع اللاتزان. (مصر أول ٠٦)
- * مادة تقلل من طاقة التنشيط دون أن تتغير أو تغير من وضع اللاتزان. (تجريبي ١٤)
- (٢١) جزيئات من البروتين تتكون في الخلايا الحية تقوم بدور العوامل الحفازة للعديد من العمليات البيولوجية والصناعية. (مصر ثان ٠٩)

٢ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاه :

(١) الشكل يوضح زجاجة تحتوي على غاز النشادر $NH_3(g)$ الذائب في الماء ويمكن أن نصل للاتزان التالي عند



١ (إضافة المزيد من الماء

٢ (إضافة المزيد من غاز النشادر $NH_3(g)$

٣ (تبريد محتويات الزجاجة

٤ (تغطية فوهة الأنبوبة

(٢) يشتمل التفاعل المتزن على عمليتين

١ (متماثلتين

٢ (متماثلتين

٣ (متعاكستين

٤ (متعاكستين

(٣) يتفاعل محلول كلوريد الصوديوم مع محلول نترات الفضة تفاعلاً

١ (تاماً

٢ (تاماً

٣ (إنعكاسي

٤ (إنعكاسي

(٤) يتفاعل حمض الهيدروكلوريك مع الماغنسيوم تفاعلاً تاماً نظراً

١ (لأنه يحدث عند درجة حرارة مرتفعة.

٢ (لأنه يحدث تحت ضغط مرتفع.

٣ (لوجود اثنان من حيز التفاعل.

٤ (لوجود اثنان بين المتفاعلات والنواتج.

(٥) يتفاعل حمض الهيدروكلوريك مع الماغنسيوم تفاعلاً تاماً نظراً

١ (لأنه يحدث عند درجة حرارة مرتفعة.

٢ (لأنه يحدث تحت ضغط مرتفع.

٣ (لعدم إمكانية اتحاد غاز الهيدروجين مع محلول كلوريد الماغنسيوم.

٤ (لوجود اثنان بين المتفاعلات والنواتج.

(٦) تحمر ورقة عباد الشمس الزرقاء بوضعها في محلول تفاعل الأسترة بين حمض الخليك والكحول الإيثيلي نظراً لأن

١ (الكحول الإيثيلي لا يؤثر على ورقة عباد الشمس

٢ (لحدوث اتزان ديناميكي وتساوي معدلي التفاعلين الطردي والعكسي

٣ (التفاعل عكسي ويظل حمض الخليك في خليط التفاعل

٤ (الإجابتان (١) ، (٢) صحيحتان

(٧) في أثناء التفاعل الكيميائي التام يوضح معدل التفاعل (العلاقة البيانية بين التركيز والزمن)

١ (حدوث اتزان بين المواد المتفاعلة والنتيجة من التفاعل

٢ (يقل تركيز المواد المتفاعلة إلى أن تستهلك تماماً

٣ (يزداد تركيز المواد الناتجة من التفاعل

٤ (الإجابتان (١) ، (٢) صحيحتان

(٨) في أثناء التفاعل الكيميائي الانعكاسي يوضح الرسم البياني العلاقة بين التركيز والزمن (معدل التفاعل)

١ (يقل تركيز المواد المتفاعلة إلى أن تستهلك تماماً

٢ (زيادة تركيز المواد الناتجة من التفاعل وقلة تركيز المواد المتفاعلة إلى أن يصل إلى حالة اتزان

٣ (يزداد تركيز كل من المواد الناتجة من التفاعل والمواد المتفاعلة إلى أن يصل إلى حالة اتزان

٤ (لا يحدث أي تغير في تركيز المواد المتفاعلة أو الناتجة منه منذ بدء التفاعل

(السودان أول - ح - ١٤)

(٩) من التفاعلات اللحظية تفاعل

- ١ (حمض الخليك والكحول الإيثيلي لتكوين أستر خلات الإيثيل والماء
 ب (وضع شريط من الماغنسيوم في محلول حمض الهيدروكلوريك
 ج (محلول نترات الفضة مع محلول كلوريد الصوديوم
 د (الإجابتان (ب) ، (ج) صحيحتان

(١٠) من التفاعلات البطيئة نسبياً تفاعل

- ١ (محلول نترات الفضة مع محلول كلوريد الصوديوم
 ب (الزيوت مع الصودا الكاوية لتكوين الصابون والجلسرين
 ج (وضع شريط من الماغنسيوم في محلول حمض الهيدروكلوريك
 د (محلول هيدروكسيد الصوديوم مع محلول حمض الهيدروكلوريك

(تجريبي ١٥)

(١١) من التفاعلات البطيئة نسبياً تفاعل

- ١ (محلول نترات الفضة مع محلول كلوريد الصوديوم.
 ب (الكحولات مع الأحماض الكربوكسيلية لتكوين الاسترات والماء.
 ج (وضع شريط من الماغنسيوم في محلول حمض الهيدروكلوريك.
 د (محلول هيدروكسيد الصوديوم مع محلول حمض الهيدروكلوريك.

(١٢) في التفاعل المتزن التالي : $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + \text{Heat}$ يمكن زيادة تركيز

(مصر ثان ٩٩)

(NH₃) عن طريق

- ١ (تقليل كمية النيتروجين.
 ب (ارتفاع درجة الحرارة.
 ج (تقليل كمية الهيدروجين.
 د (زيادة الضغط.

(١٣) كل مما يأتي يؤثر على الانتران الكيميائي عدا

(١) تركيز المتفاعلات. ب (الضغط. ج (العامل الحفاز. د (درجة الحرارة.

(١٤) عامل الحفز يزيد من سرعة التفاعل الكيميائي لأنه

- ١ (يؤثر على موضع الاتزان
 ب (يغير من قيمة pH
 ج (يقلل من طاقة التنشيط اللازمة للمتفاعلات
 د (جميع ما سبق

(١٥) عامل الحفز في التفاعلات الإنعكاسية يعمل على

- ١ (الوصول لحالة الاتزان بسرعة
 ب (زيادة سرعة التفاعل الطردي فقط
 ج (زيادة سرعة التفاعل العكسي فقط
 د (جميع ما سبق

(١٦) العلاقة بين سرعة التفاعل الكيميائي وتركيز المواد المتفاعلة توصل إليها العالم

- ١ (هايزنبرج
 ب (لوشاتيليه
 ج (جولدبرج وفاج
 د (استفالد

(١٧) إذا كانت قيم ثابت الاتزان صغيرة (أقل من الواحد الصحيح) فهذا يعني أن

- ١ (التفاعل عكسي
 ب (تركيز النواتج أقل من تركيز المتفاعلات
 ج (التفاعل تام ولحظي
 د (الإجابتان (١) ، (ب) صحيحتان

(١٨) إذا كانت قيم ثابت الاتزان كبيرة يدل ذلك على أن

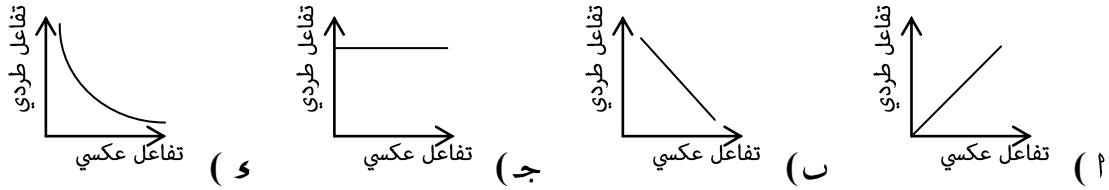
- ١ (التفاعل يستمر لقرب نهايته
 ب (تركيز المتفاعلات أكبر من تركيز النواتج
 ج (تركيز النواتج أكبر من تركيز المتفاعلات
 د (الإجابتان (١) ، (ج) صحيحتان

(١٩) يزيد ارتفاع درجة الحرارة من سرعة التفاعل الكيميائي نظراً لأنه

- ١ (يزيد من أعداد الجزيئات المنشطة

- (ب) يُمكن الجزيئات المنشطة من كسر الروابط بين ذراتها
(ج) يوفر الطاقة اللازمة للتفاعلات الماصة للحرارة
(د) جميع الإجابات السابقة صحيحة
- (٢٠) يزيد ارتفاع درجة الحرارة من سرعة التفاعل الكيميائي نظراً لأنه (السودان أول - ح - ١٤)
- ١) يزيد من أعداد الجزيئات المنشطة.
(ب) يُمكن الجزيئات المتفاعلة من كسر الروابط بين ذراتها.
(ج) يزيد من فرص التصادم بين الجزيئات المتفاعلة.
(د) جميع ما سبق.
- (٢١) ☐ زيادة الضغط يزيد من سرعة التفاعلات الكيميائية التي تتميز ب
١) المواد الداخلة والنااتجة من التفاعل تكون في الحالة الغازية
(ب) حدوث نقص في حجم الغازات الناتجة بالنسبة لحجم الغازات المتفاعلة
(ج) تكون تلك التفاعلات إنعكاسية
(د) جميع الإجابات السابقة صحيحة
- (٢٢) ☐ العامل الحفاز يتميز بأنه
١) يزيد من سرعة التفاعلات الكيميائية البطيئة
(ب) يوفر الطاقة اللازمة للتسخين لحدوث هذه التفاعلات البطيئة أو يقلل من استهلاك الطاقة الحرارية
(ج) لا يغير من وضع الاتزان في حالة التفاعلات الانعكاسية ولكنه يسرع التفاعلين الطردي والعكسي
(د) جميع الإجابات السابقة صحيحة
- (٢٣) ☐ التغير الذي يؤدي لزيادة معدل التفاعل الكيميائي ويحافظ على حالة الاتزان هو
(مصر أول - ح - ١٥)
- ١) تبريد خليط التفاعل
(ب) إضافة عامل مُساعد لخليط التفاعل
(ج) تقليل مساحة سطح المتفاعلات
(د) تقليل تركيز المواد المتفاعلة
- (٢٤) عند إضافة قطرات من كلوريد الحديد (III) إلى محلول ثيوسيانات الأمونيوم يتكون لون
(السودان ثان ١٧)
- ١) أخضر. (ب) أحمر دموي. (ج) بنفسجي. (د) برتقالي.
- (٢٥) ☐ التفاعل الكيميائي التالي في حالة اتزان $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
فإن زيادة تركيز $\text{O}_2(\text{g})$ عند درجة حرارة وضغط ثابتين يؤدي إلى
١) زيادة تركيز $\text{CH}_4(\text{g})$
(ب) زيادة تركيز $\text{CO}_2(\text{g})$
(ج) نقصان تركيز $\text{CO}_2(\text{g})$
(د) نقصان تركيز $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- (٢٦) في النظام المتزن : $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) + \text{Heat} \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g})$
يمكن زيادة كمية NO بواسطة
(الأزهر أول ١٥)
- ١) تقليل كمية O_2
(ب) زيادة درجة الحرارة
(ج) زيادة الضغط
(د) تقليل كمية N_2
- (٢٧) تحلل بروميد الفضة في أفلام الموجودة في أفلام التصوير إلى فضة وبروم يتأثر بأحد العوامل الآتية
.....
١) الضغط. (ب) درجة الحرارة. (ج) الضوء. (د) العامل الحفاز.

(٢٨) يعبر الشكل عن العلاقة بين معدل كل من التفاعل الطردي والتفاعل العكسي عند إضافة عامل حفاز للتفاعل. $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ (مصر أول - ح - ١٤)



(٢٩) في التفاعل المحفز : $Cl_{(g)} + O_{(g)} + O_{3(g)} \rightleftharpoons 2O_{2(g)} + Cl_{(g)}$

يقوم العامل الحفاز بزيادة معدل

(أ) O / التفاعل الطردي فقط. (ب) Cl / التفاعل الطردي فقط.

(ج) O / التفاعلين الطردي والعكسي معاً. (د) Cl / التفاعلين الطردي والعكسي معاً.

(٣٠) في معظم التفاعلات الكيميائية كلما ارتفعت درجة الحرارة بمقدار $10^{\circ}C$

(أ) يقل معدل التفاعل إلى النصف (ب) يتضاعف معدل التفاعل الكيميائي

(ج) تقل كتلة المتفاعلات إلى النصف (د) يتضاعف الزمن اللازم لإتمام التفاعل

(٣١) من خواص العامل الحفاز

(أ) يزيد معدل التفاعل الطردي فقط

(ج) يزيد من طاقة تنشيط التفاعل

(ب) يزيد تركيز النواتج في التفاعلات المتزنة

(د) لا يتغير تركيبه في نهاية التفاعل

(٣٢) أجرى طالب تجربتين لتفاعل حمض الهيدروكلوريك مع 3 g من الماغنسيوم ، فلاحظ أن استهلاك الماغنسيوم في التجربة الأولى قد استغرق 3.2 min ، وفي التجربة الثانية 5.4 min ، فما الذي فعله الطالب في التجربة الثانية وأدى إلى خفض معدل التفاعل ؟

(أ) سحق الماغنسيوم

(د) خفض درجة الحرارة

(أ) زيادة درجة الحرارة

(ج) خفض تركيز H_2

(٣٣) يفضل التعبير عن تركيز الغازات بطريقة

(أ) التركيز العياري.

(د) الضغط الجزئي.

(أ) التركيز المولاري.

(ج) النسبة المئوية.

(٣٤) يزيد العامل الحفاز من سرعة التفاعل الكيميائي، لأنه

(أ) يقلل من طاقة التنشيط للتفاعل.

(د) جميع ما سبق.

(أ) يغير من قيمة ΔH للتفاعل.

(ج) يؤثر في موضع الإتزان.

(٣٥) تعمل الإنزيمات للعديد من العمليات البيولوجية والصناعية.

(أ) كموامل حفازة

(د) كموامل مطهرة.

(أ) كموامل حفازة

(ج) كموامل مجففة.

(٣٦) أياً مما يأتي يؤدي إلى خفض طاقة تنشيط التفاعل الكيميائي ؟

(أ) تغيير مساحة سطح المتفاعلات

(د) تغيير متوسط طاقة الحركة

(أ) إضافة عامل حفاز

(ج) تغيير درجة الحرارة

(٣٧) إضافة ملح كربونات الصوديوم إلى الماء النقي

(أ) يرفع قيمة pH له عن 7

(د) يقلل من تركيز أيونات OH^- له.

(أ) يزيد من تركيز أيونات H_3O^+ فيه.

(ج) لا يغير من قيمة pH له.

(٣٨) في التفاعل المتزن التالي : $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$: K_p له، بتغيير

١ (درجة الحرارة

ب) تركيزات المتفاعلات

و) جميع ما سبق

ج) الضغط الجزئي للأمونيا

(٣٩) في التفاعل المتزن : $Energy + 2KClO_{3(s)} \rightleftharpoons 2KCl_{(s)} + 3O_{2(g)}$ ينشط التفاعل في

الاتجاه العكسي عند

ب) إضافة المزيد من ملح KCl

١ (إضافة المزيد من O_2

و) رفع درجة الحرارة.

ج) إضافة المزيد من ملح $KClO_3$

(٤٠) في التفاعل المتزن : $C_2H_{6(g)} + Energy \rightleftharpoons C_2H_{4(g)} + H_{2(g)}$ يلزم لزيادة معدل إنتاج

C_2H_4 درجة الحرارة، الضغط.

ب) خفض / زيادة

١ (خفض / خفض

و) رفع / خفض

ج) رفع / زيادة

(٤١) يزداد معدل التفاعل : $Zn_{(g)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow ZnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$ عند زيادة

١ (الضغط

ب) درجة الحرارة

و) تركيز $ZnCl_2$

ج) تركيز H_2

(٤٢) التغير الذي يؤدي لزيادة معدل (سرعة) التفاعل الكيميائي هو

ب) تقليل مساحة سطح المتفاعلات

١ (تقليل تركيز المواد المتفاعلة

و) إضافة عامل مُساعد لخليط التفاعل

ج) تبريد خليط التفاعل

(٤٣) العوامل الحفازة قد تكون

١ (فلزات. ب) أكاسيد فلزات. ج) مركبات الفلزات و) جميع ما سبق.

٣ علل لما يأتي :

(١) يعتبر التحلل الحراري لنيترات النحاس (II) تفاعل تام. (مصر أول ٠١)

(٢) تفاعل الحديد مع حمض الهيدروكلوريك المخفف تفاعل تام. (مصر ثان ٠٩)

* تفاعل الماغنسيوم مع حمض الهيدروكلوريك المخفف يعتبر تفاعل تام. (الأزهر أول ١٢)

(٣) تفاعل حمض الأسيتيك مع الإيثانول تفاعل إنعكاسي. (مصر أول - ق - ١٤ ، مصر أول - ح - ١٥)

(٤) عند وضع ورقة عباد شمس زرقاء في محلول تفاعل (الأسطرة) نجد أنها تتحول إلى اللون الأحمر.

(٥) الاتزان الكيميائي عملية ديناميكية وليست ساكنة.

(٦) معدل تفاعلات المركبات الأيونية أسرع من معدل تفاعلات المركبات التساهمية.

(٧) يستخدم النيكل المجزأ وليس قطع النيكل في هدرجة الزيوت. (مصر ثان ٠٢)

* احتراق نشارة الخشب أسرع من قطعة خشب مساوية لها في الكتلة.

* يزداد معدل التفاعل عند إضافة حمض الهيدروكلوريك إلى برادة الحديد ، بينما يقل معدل التفاعل

عند إضافة الحمض إلى كتلة متساوية صلابة متماسكة. (مصر أول ١١ ، السودان أول - ح - ١٥)

* في التفاعل التالي : $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \xrightarrow{Pt} 2SO_{3(g)}$ تكون سرعة التفاعل أقل بمئات المرات

إذا استخدم البلاطين على هيئة صفائح عما لو كان على هيئة مسحوق ناعم.

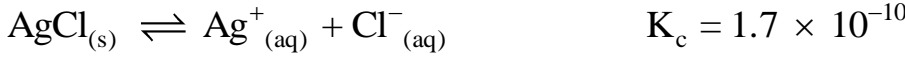
(٨) تزداد سرعة التفاعل الكيميائي بزيادة كمية المواد المتفاعلة.

(٩) يزداد لون المحلول احمراراً عند إضافة المزيد من كلوريد الحديد III للتفاعل التالي :



(السودان أول ١٢)

(١٠) صعوبة ذوبان كلوريد الفضة في الماء تبعاً للمعادلة :



(١١) صعوبة انحلال كلوريد الهيدروجين إلى عنصريه تبعاً للمعادلة :



(١٢) القيم الصغيرة لثابت الاتزان ($K_c < 1$) تعني أن التفاعل العكسي هو السائد.

(١٣) لا يكتب تركيز الماء النقي أو المواد الصلبة النقية في معادلات حساب ثابت الاتزان.

* يعتبر تركيزات الماء أو المذيب بوجه عام ثابت.

(١٤) تزداد سرعة معظم التفاعلات الكيميائية بزيادة درجة الحرارة. (مصر ثان ٩٦ ، السودان أول ٠٧)

(١٥) الجزيئات المتصادمة ذات السرعات العالية جداً فقط هي التي تتفاعل.

(١٦) يزول لون ثاني أكسيد النيتروجين عند وضعه في مخلوط ثلجي بينما يعود اللون مرة أخرى عند وضعه في ماء ساخن.

(١٧) تستخدم أواني الضغط (البرستو) في طهي الطعام.

(١٨) ينصح بعدم تسخين اسطوانة البوتاجاز من الخارج للإسراع من خروج الغاز من الأنبوبة.

(١٩) سرعة فساد الأطعمة في الصيف.

(٢٠) بالرغم من أن تكوين غاز النشادر من النيتروجين والهيدروجين تفاعل طارد للحرارة إلا أن التفاعل لا يتم إلا بالتسخين.

(٢١) تزداد كمية النشادر المحضر من النيتروجين والهيدروجين بزيادة الضغط. (مصر أول - ح - ١٤)

(٢٢) تزداد كمية بخار الماء المحضر من عنصريه، بزيادة الضغط. (مصر ثان - ح - ١٤)

(٢٣) العامل الحفاز لا يؤثر على موضع الاتزان في التفاعلات الانعكاسية. (مصر أول ١٢ ، تجريبي ١٥)

(٢٤) تستخدم الحفازات في أكثر من 90% من العمليات الصناعية.

(٢٥) استخدام محولات حفزية في شاحنات السيارات.

(٢٦) احتراق السكر في جسم الإنسان في درجة حرارة 37°C ، بينما يحتاج لدرجات حرارة عالية لاحتراقها في المختبرات.

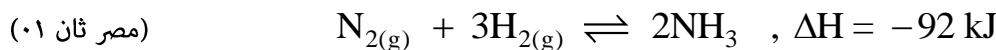
(٢٧) أهمية الأنزيمات في جسم الإنسان.

(٢٨) للضوء أهمية في عملية البناء الضوئي.

(٢٩) للضوء أهمية في التصوير الفوتوغرافي.

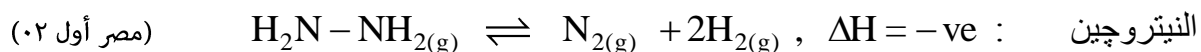
٤ اجب عما يأتي في ضوء فهمك لقاعدة لوشاتيليه :

(١) وضح أثر التغير في الضغط ودرجة الحرارة في زيادة معدل تكوين غاز النشادر طبقاً للمعادلة :



(مصر ثان ٠١)

(٢) من التفاعل المتزن التالي وضح تأثير التغير في الضغط ودرجة الحرارة على زيادة معدل تكوين غاز

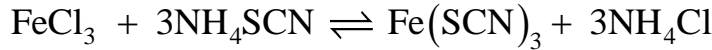


(مصر أول ٠٢)

(٣) في التفاعل المتزن التالي : $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} - \text{Energy}$ (مصر أول ٠١)
ما أثر الحرارة والضغط وتركيز المواد المتفاعلة على كمية أكسيد النيتريك المتكون

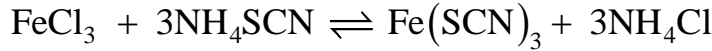
(٤) في النظام المتزن الآتي : $\frac{1}{2} N_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightleftharpoons NO_{(g)}, \Delta H = +ve$ (مصر أول ٠٣)
ما هي العوامل التي تساعد على زيادة أكسيد النيتريك.

(٥) في الاتزان الكيميائي الآتي :



(١) وضح تأثير زيادة تركيز كلوريد الحديد (III) على لون المحلول
(ب) وضح تأثير زيادة تركيز كلوريد الأمونيوم على لون المحلول

(٦) اذكر نص قانون فعل الكتلة مع التمثيل بالتفاعل التالي :



واكتب صيغة قانون ثابت الاتزان له , ما تأثير إضافة كمية زائدة من ثيوسيانات الأمونيوم للتفاعل السابق ؟

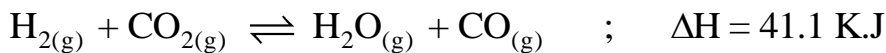
(٧) في التفاعل المتزن التالي : $SO_{3(g)} \rightleftharpoons SO_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)}, \Delta H = +ve$ (مصر ثان ٠٢)
بين أثر كلاً من العوامل الآتية في تغير اتجاه التفاعل:
(١) زيادة الضغط.
(ب) رفع درجة الحرارة.

(٨) في التفاعل:



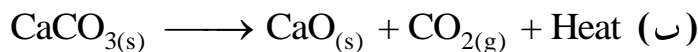
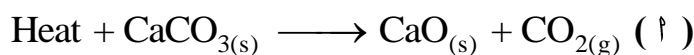
(١) ما عدد مولات الغاز المتفاعلة ؟ (مصر أول ٠٧)
(ب) ما عدد مولات الغاز الناتجة من التفاعل ؟
(ج) أي من طرفي المعادلة (النواتج أم المتفاعلات) سوف يزداد بزيادة الضغط ؟ (مصر أول ٠٧)
(د) أي من طرفي المعادلة (النواتج أم المتفاعلات) سوف يزداد بنقصان الضغط ؟

(٩) كيف يؤثر كل تغير من التغيرات الآتية على تركيز الهيدروجين في النظام المتزن التالي :

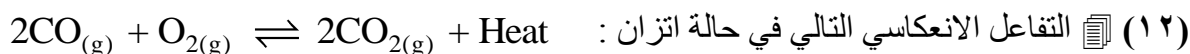
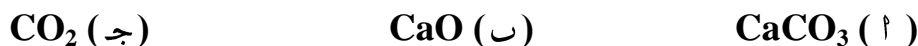


(١) إضافة المزيد من غاز ثاني أكسيد الكربون. (ب) إضافة المزيد من بخار الماء.
(ج) إضافة عامل حفاز. (د) خفض درجة الحرارة.
(هـ) تقليل حجم الوعاء. (السودان ثان ٠٧ ، السودان أول ٠٩)

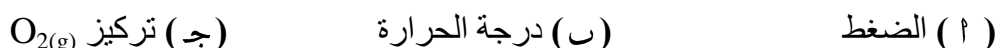
(١٠) يمكن كتابة المعادلة الكيميائية الطردية الماصة للحرارة بحيث توضح كمية الحرارة كإحدى الشروط على الناحية اليسرى المتضمنة المتفاعلات أي المعادلتين التاليتين تمثل تفاعل طردى ماص للحرارة؟



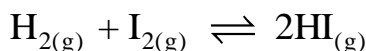
(١١) في السؤال السابق ، إذا رفعت درجة الحرارة ، وضح أي من تركيز المتفاعلات والنواتج سوف يزداد أو ينقص.



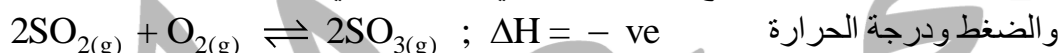
إذا رغبت في زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) الناتج من التفاعل، اذكر تأثير زيادة أو نقصان العوامل التالية لتحقيق هذه الرغبة :



(١٣) في التفاعل الانعكاسي التالي إلى أي جهة سوف يزاح التفاعل بزيادة الضغط :

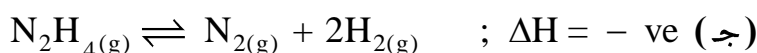
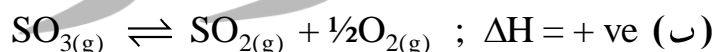


(١٤) اذكر قاعدة لوشتايليه ، مع ذكر تطبيقاتها في التفاعل التالي بالنسبة لتأثير كل من التغير في التركيز والضغط ودرجة الحرارة

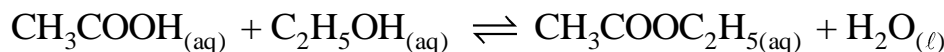


ما تأثير إضافة عامل حفاز مثل V_2O_5 للتفاعل السابق ؟

(١٥) في أي التفاعلات الآتية تتوقع زيادة نسبة التفكك مع زيادة درجة الحرارة :



(١٦) ماذا يحدث للاتزان في المعادلة التالية ؟ (مصر أول ١١)



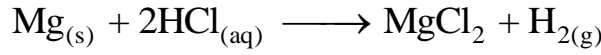
(أ) عند إضافة المزيد من الماء.

(ب) عند إضافة بضع قطرات من حمض الكبريتيك المركز.

٥ مسائل متنوعة :

معدل التفاعل

(١) استغرق تفاعل 0.48 g من الماغنسيوم مع حمض الهيدروكلوريك زمناً قدره نصف دقيقة تبعاً للتفاعل



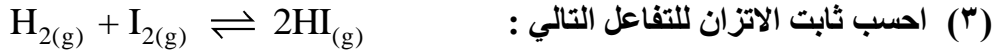
[Mg = 24]

احسب معدل هذا التفاعل بوحدة mol/s

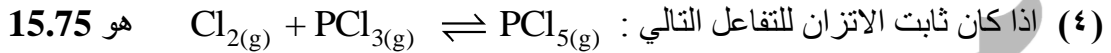
ثابت الإتزان K_c



عندما تكون التركيزات عند الاتزان $0.0032 \text{ mol/L} = [\text{NO}_2]$ ، $0.213 \text{ mol/L} = [\text{N}_2\text{O}_4]$ (4.8×10^{-5})



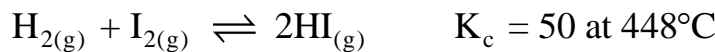
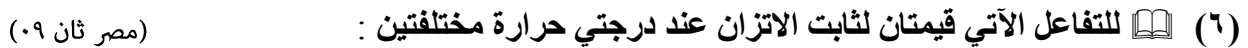
إذا علمت أن تركيزات اليود والهيدروجين ويوديد الهيدروجين عند الاتزان هي على الترتيب : $(0.7815 - 0.1105 - 0.1105) \text{ mol/L}$ (مصر أول ٠٦) (50)



وتركيز كل من الكلور وثالث كلوريد الفوسفور على الترتيب $(0.84 - 0.3) \text{ mol/L}$ ، احسب تركيز خامس كلوريد الفوسفور. (مصر ثان ١١) (3.969)

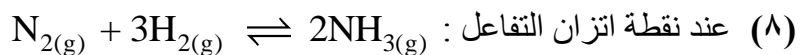


إذا كانت قيم التركيزات لكل من (اليود I_2 - الهيدروجين H_2 - يوديد الهيدروجين HI) هي على الترتيب $(1.5 \times 10^{-2} - 4.6 \times 10^{-3} - 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L})$ (48.9)



هل التفاعل طارد أم ماص للحرارة ؟ مع تفسير إجابتك.

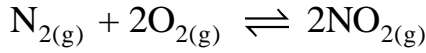
(٧) خلط مول من الهيدروجين مع 1 mol من اليود عند درجة حرارة معينة، احسب ثابت الاتزان لهذا التفاعل، علماً بأن حجم الخليط 1 L ، والكمية المتبقية من كل من اليود والهيدروجين عند الاتزان 0.2 mol



كان حجم الخليط 0.5 L ويحتوي على 0.6 mol نيتروجين ، 0.2 mol هيدروجين ، 0.6 mol
نشادر، احسب ثابت الاتزان لهذا التفاعل.

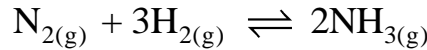
ثابت الإتزان K_p

(٩) احسب ثابت الاتزان (K_p) للتفاعل التالي :



إذا كانت الضغوط الجزئية هي (0.2 – 1 – 2 atm) لكل من ($N_2 - O_2 - NO_2$) على الترتيب.
(مصر ثان ٠٦ ، مصر ثان ١٠ ، السودان ثان - ج - ١٤ ، مصر ثان - ق - ١٤ ، السودان أول - ح - ١٥ ، تجريبي ١٥)
(20)

(١٠) احسب قيمة ثابت الاتزان للتفاعل العكسي التالي :



علماً بأن تراكيز المواد المتزنة (المتفاعلات والنواتج) عند حالة الاتزان عند درجة حرارة 400°C هي
كما يلي : [النيتروجين = 1.2 mol/L ، الهيدروجين = 0.8 mol/L ، النشادر = 0.28 mol/L]

(١١) احسب ثابت الاتزان K_p للتفاعل التالي :



إذا كانت ضغوط الغازات هي ($N_2 = 2.3 \text{ atm}$ ، $H_2 = 7.1 \text{ atm}$ ، $NH_3 = 0.6 \text{ atm}$) ، ثم اذكر
التعليق المناسب على قيمة K_p
وكيف تزيد ناتج التفاعل ؟ ولماذا ؟
(مصر أول ١٠)
(مصر أول ١٣ ، مصر أول - ق - ١٤)
(4.37×10⁻⁴)

(١٢) احسب ثابت الاتزان K_p للتفاعل التالي :



إذا كانت ضغوط الغازات هي ($N_2 = 0.6 \text{ atm}$ ، $H_2 = 1 \text{ atm}$ ، $NH_3 = 6 \text{ atm}$) عند الاتزان، ثم
احسب الضغط الكلي للتفاعل
(الأزهر أول ١٢)
(4.37×10⁻⁴)

٦ قارن بين كل من :

(١) تفاعل وفرة من حمض الهيدروكلوريك المخفف مع كتلتين متساويتين من الحديد إحداهما على هيئة
برادة حديد والأخرى على هيئة قطعة صلبة متماسكة.

(٢) التفاعلات التامة والتفاعلات الإنعكاسية.

(مصر ثان ٠٨ ، مصر أول ٠٩ ، مصر أول ١١ ، مصر أول ١٢ ،
مصر أول ١٣ ، مصر أول - ج - ١٤ ، الأزهر ثان ١٤ ، السودان أول - ح - ١٥ ، مصر أول - ق - ١٥)

(٣) $K_p - K_c$ (مصر أول - ح - ١٥)

٧ ما دور العلماء الآتي اسمائهم في تفسير القواعد العلمية :

- (١) لوشاتيليه. (مصر أول ٠٨ ، السودان أول ١٢ ، مصر ثان ١٢ ، السودان أول ١٣ ، مصر أول ١٤ ، السودان أول ١٤)
(٢) جولد برج وفاج. (تجريبي ١٤)

٩ اشرح تجربة عملية توضح بها :

- (١) أن تفاعلات المركبات الأيونية تفاعلات لحظية.
(٢) أن تفاعلات الأحماض العضوية مع الكحولات تفاعلات إنعكاسية.
(٣) تأثير مساحة سطح المتفاعلات على معدل التفاعل.
(٤) قانون فعل الكتلة (تأثير تركيز المواد المتفاعلة على معدل التفاعل) مع كتابة المعادلة الكيميائية التي توضح ذلك.
(٥) تأثير درجة الحرارة على سرعة تفاعل متزن. (مصر أول ٠٤ ، الأزهر أول ١٢ ، السودان أول - ح - ١٥)

١٠ ما هي العوامل التي تؤثر على :

- (١) الاتزان الكيميائي (تفاعل إنعكاسي متزن). (تجريبي ١٤ ، تجريبي ١٥)
(٢) معدل (سرعة) التفاعل الكيميائي.
(مصر ثان ٠٨ ، مصر ثان ١١ ، السودان ثان - ح - ١٤ ، السودان أول - ح - ١٥)

١١ وضع :

- (١) دور زيادة الضغط عند تحضير الأمونيا في الصناعة. (السودان ثان ٠٧)
(٢) أثر العامل الحفاز في التفاعلات الكيميائية. (مصر ثان ٠٩)
(٣) أهمية العوامل الحفازة في الصناعة. (مصر ثان ٠٧)
(٤) أهمية ثابت اتزان التفاعلات الانعكاسية.
(٥) الضوء في كل من : (أ) البناء الضوئي. (ب) التصوير الفوتوغرافي.

١٢ وضع بالمعادلات الكيميائية المتزنة، ماذا يحدث في الحالات التالية :

- (١) إضافة محلول كلوريد الصوديوم إلى محلول نترات الفضة.
(٢) وضع شريط من الماغنسيوم في حمض الهيدروكلوريك المخفف. (الأزهر أول ٠٩)
(٣) إضافة محلول كلوريد الحديد III ذو اللون الأصفر الباهت تدريجياً إلى محلول ثيوسيانات الأمونيوم عديم اللون. (مصر ثان ٠٧ ، مصر أول ٠٨ ، مصر ثان ١٢)
(٤) تبريد ورق زجاجي يحتوي على غاز ثاني أكسيد النيتروجين. (الأزهر أول ٠٩ ، مصر أول قديم ١٤)
(٥) تفاعل غاز الهيدروجين مع غاز النيتروجين بالضغط والتبريد.
(٦) سقوط الضوء على أفلام التصوير التي تحتوي على بروميد الفضة.

١٣ ما المقصود بكل من :

- (١) النظام المتزن. (مصر ثان ٠٥) (٢) الضغط البخاري.
(٣) ضغط بخار الماء المشبع. (مصر أول ٠٧) (٤) التفاعلات التامة. (مصر ثان ٩٨)

- (٥) التفاعلات الإنعكاسية. (٦) الاتزان الكيميائي. (مصر ثان ١٣)
- (٧) معدل التفاعل الكيميائي. (مصر ثان ٠٤) (٨) قانون فعل الكتلة. (مصر ثان ٠٦)
- (٩) ثابت الاتزان K_c (١٠) ثابت الاتزان K_p
- (١١) طاقة التنشيط. (الأزهر ٩١) (١٢) الجزيئات المُنشطة.
- (١٣) قاعدة لو شاتيليه. (مصر أول ١٢) (١٤) العامل الحفاز. (مصر ثان ١٣)

١٤ وضع باختصار كل من :

- (١) مجالات استخدام العامل الحفاز.
- (٢) أثر الضوء على التفاعلات المتزنة مع ذكر مثال.

(السودان أول ٠٧)

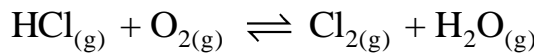
١٥ ضع حرف (ع) أمام التفاعلات الانعكاسية وحرف (م) أمام التفاعلات التامة مع بيان السبب :

- (١) $\text{NaOH}_{(aq)} + \text{HCl}_{(aq)} = \text{NaCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ (مصر ثان ١٤)
- (ب) $2\text{AgNO}_{3(aq)} + \text{BaCl}_{2(aq)} = 2\text{AgCl}_{(s)} + \text{Ba}(\text{NO}_3)_{2(aq)}$ (مصر ثان ١٤)
- (ج) $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_{2(s)} = 2\text{CuO}_{(s)} + 4\text{NO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)}$ (مصر ثان ١٤)
- (د) في إناء مغلق $\text{H}_2\text{O}_{(g)} + \text{CO}_{(g)} = \text{H}_{2(g)} + \text{CO}_{2(g)}$
- (هـ) $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(aq)} = \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ (مصر ثان ١٤)
- (و) $\text{FeCl}_{3(aq)} + 3\text{NH}_4\text{SCN}_{(aq)} = \text{Fe}(\text{SCN})_{3(aq)} + 3\text{NH}_4\text{Cl}_{(aq)}$

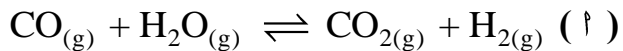
١٥ أسئلة متنوعة :

- (١) القانون الدال على ثابت الاتزان يكون صحيحاً إذا كانت المعادلة الكيميائية موزونة
- زن المعادلة التالية أولاً ، ثم اكتب القانون الصحيح لثابت الاتزان

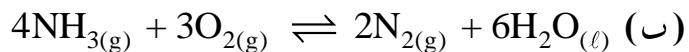
(السودان أول ١٢)



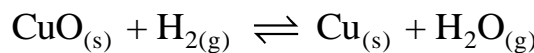
- (٢) اكتب معادلة ثابت الاتزان (K_c) للتفاعلات الآتية :



(مصر أول ١٢)



- (٣) اكتب قانون ثابت الاتزان للتفاعل الانعكاسي التالي :



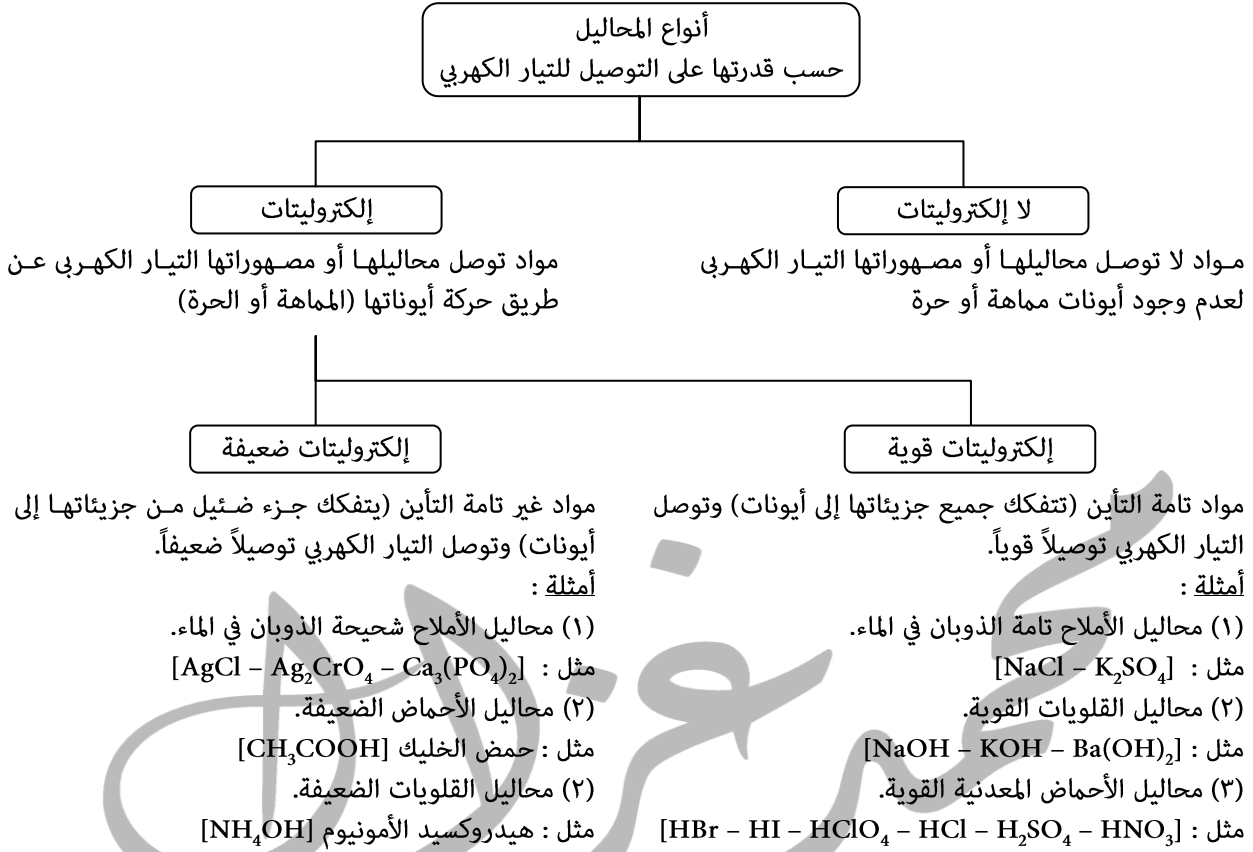
- (٤) أجرت طالبة تجربتين لتفاعل حمض الهيدروكلوريك مع 2 g من الماغنسيوم ، فلاحظت أن استهلاك الماغنسيوم في التجربة الأولى قد استغرق 2 min وفي التجربة الثانية 3.5 min ما الذي فعلته الطالبة في التجربة الأولى وأدى إلى زيادة معدل التفاعل؟

(السودان أول - ج - ١٤)

الانزان الأيوني

تطبيقات قانون فعل الكتلة على حالات الانزان الأيوني :

أولاً المحاليل الإلكتروليتية :



① المركبات الأيونية : مواد صلبة متأيّنة تماماً مثل كلوريد الصوديوم.

- * عند ذوبانها في الماء تتفكك إلى أيوناتها الموجبة والسالبة.
- * محاليل هذه المواد جيدة التوصيل للتيار الكهربائي.
- * ترتبط أيوناتها الموجبة والسالبة بقوى الجذب الإلكتروستاتيكية.

عملية التفكك : عملية تحول جزيئات المركبات الأيونية إلى أيونات حرة.

② المركبات التساهمية :

تجربة توضيح التوصيل الكهربائي لمحلولي كلوريد الهيدروجين وحمض الخليك النقي "الثلجي" في البنزين

الملاحظة :

المصباح لا يضيئ في كلتا الحالتين.

الخطوات :

اختبر التوصيل الكهربائي لغاز كلوريد الهيدروجين وحمض الخليك النقي (الثلجي) الذائبان في البنزين باستخدام دائرة كهربائية.

الاستنتاج :

كلا من المحلولين لا يحتوي على أيونات تعمل على توصيل التيار الكهربائي.

تجربة توضح أثر التخفيف على تأين محلولي (كلوريد الهيدروجين، حمض الخليك النقي "الثلجي")

الخطوات :

(١) اختبر التوصيل الكهربائي لمحلولي (حمض الهيدروكلوريك، وحمض الخليك) تركيز كل منهما

0.1 mol/L

(٢) خفف المحلولين السابقين إلى :

0.01 mol/L ثم إلى 0.001 mol/L

الملاحظة :

يضيء المصباح بشدة مع حمض الهيدروكلوريك، بينما يضيء إضاءة خافتة مع حمض الخليك.

لا تتأثر شدة إضاءة المصباح بتخفيف حمض الهيدروكلوريك، بينما تزداد بتخفيف حمض الخليك

الاستنتاج :

(١) المركبات التساهمية مثل حمض الهيدروكلوريك HCl، وحمض الخليك CH₃COOH تتأين في الماء

(٢) تأين حمض الهيدروكلوريك يعتبر تأيناً تاماً، بينما تأين حمض الخليك يعتبر تأين ضعيف.

لا يتأثر تأين حمض الهيدروكلوريك بالتخفيف بينما يزداد تأين حمض الخليك بالتخفيف ... علل ؟

لأن حمض الهيدروكلوريك تام التأين وبالتالي تتحول كل جزيئاته إلى أيونات ، بينما حمض الخليك غير تام التأين وبالتالي هناك جزيئات من الحمض لم تتأين يزداد تأينها بالتخفيف.

ترتب الأحماض الضعيفة تنازلياً تبعاً لتبعاً لتناقص قوتها بدلالة ثابت تأينها (K_a) والجدول التالي يبين قيم ثابت التأين لبعض الأحماض الضعيفة.

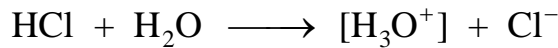
اسم الحمض	الصيغة الجزيئية	ثابت التأين (K _a)
حمض الكبريتوز	H ₂ SO ₃	1.7×10^{-2}
حمض الهيدروفلوريك	HF	6.7×10^{-4}
حمض النيتروز	HNO ₂	5.1×10^{-4}
حمض الخليك (الأسيتيك)	CH ₃ COOH	1.8×10^{-5}
حمض الكربونيك	H ₂ CO ₃	4.4×10^{-7}
حمض البوريك	H ₃ BO ₃	5.8×10^{-10}

(الجدول للإطلاع فقط)

أيون الهيدرونيوم (البروتون المماه) H₃O⁺ :

لا يوجد أيون الهيدروجين (البروتون) الناتج من تأين الأحماض في محاليلها المائية منفرداً ... علل ؟

لأنه ينجذب إلى زوج الإلكترونات الحر الموجود على ذرة أكسجين أحد جزيئات الماء وترتبط مع جزيء الماء برابطة تناسقية



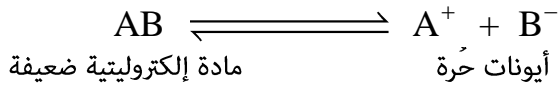
● التأين ●

عملية تحول جزيئات غير متأينة إلى أيونات

التأين التام	التأين الضعيف	
عملية تحول كل الجزيئات غير المتأينة إلى أيونات وتحدث في الإلكتروليتات القوية.	عملية تحول جزء ضئيل من الجزيئات غير المتأينة إلى أيونات وتحدث في الإلكتروليتات الضعيفة.	التعريف
$\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$	أمثلة

يوجد في المحلول باستمرار حالتان متعاكستان هما تفكك (تأين) الجزيئات إلى أيونات واتحاد الأيونات لتكوين جزيئات فتنشأ حالة اتزان بين الأيونات والجزيئات غير المفككة (المتأينة).

ملحوظة :



الاتزان الأيوني

اتزان ينشأ في محاليل الإلكتروليتات الضعيفة بين جزيئاتها غير المتأينة وبين الأيونات الناتجة عنها

قارن بين الاتزان الكيميائي والاتزان الأيوني ؟

لا يمكن تطبيق قانون فعل الكتلة على محاليل الإلكتروليتات القوية ... علل ؟

لأن الإلكتروليتات القوية محاليلها تامة التأين وبالتالي لا تحتوي محاليلها على جزيئات غير متأينة.

يمكن تطبيق قانون فعل الكتلة على محاليل الإلكتروليتات الضعيفة فقط ... علل ؟

لأن الإلكتروليتات القوية محاليلها غير تامة التأين وبالتالي تحتوي محاليلها على جزيئات غير متأينة.

وقد تمكن استفالد عام 1888م من ايجاد العلاقة بين درجة التفكك أو التأين (α) والتركيز (C) بوحدة mol/L لمحاليل الإلكتروليتات الضعيفة.



وليم استفالد

اثبات قانون استفالد :

نفرض أن لدينا مولاً واحداً من حمضاً ضعيفاً أحادي البروتون صيغته الافتراضية HA ، عند إذابته في الماء يتفكك عدد من جزيئاته تبعاً للمعادلة :



بتطبيق قانون فعل الكتلة على هذا النظام المترن فإن :

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

حيث تمثل $[H^+]$ ، $[A^-]$ ، $[HA]$ تركيزات كل من الأيونات الناتجة وجزيئات الحمض غير المتأينة عند حالة الاتزان (K_a) وهو ثابت تأين أو تفكك الحمض.

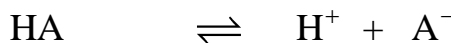
فإذا افترضنا أن مولاً واحداً من الحمض الضعيف $[HA]$ قد أذيب في (V) لتر من المحلول فعند الاتزان تكون :

$$\text{درجة التفكك} = \frac{\text{عدد المولات المتفككة}}{\text{عدد المولات الكلية قبل التفكك}}$$

فإذا كانت عدد المولات المتفككة (α) مول يكون عدد المولات غير المتفككة من $[HA] = (1 - \alpha)$ مول وعدد المولات كل من $[H^+]$ ، $[A^-]$ الناتجة = (α) مول

$$\text{وحيث أن التركيز } (C_a) = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم باللتر (V)}}$$

تكون تركيزات المواد عند الاتزان (mol/L) هي :



$$C_a = \frac{(1-\alpha)}{V} \approx \frac{1}{V} \quad \left[\frac{\alpha}{V} \right] \quad \left[\frac{\alpha}{V} \right]$$

وفي حالة الإلكتروليتات الضعيفة فإن درجة التأين (α) تكون صغيرة جداً بحيث يمكن إهمالها وعليه فإن القيمة ($1-\alpha$) يمكن اعتبارها تساوي الواحد تقريباً وتصبح العلاقة :

$$K_a = \frac{[\frac{\alpha}{V}] [\frac{\alpha}{V}]}{[\frac{1}{V}]} = \frac{\alpha^2}{V}$$

نلاحظ من العلاقة السابقة أنه عند درجة الحرارة الثابتة فإن درجة التأين (α) تزداد بزيادة التخفيف (لتظل قيمة K_a ثابتة) ، وفي حالة الإلكتروليتات الضعيفة فإن درجة التأين (α) تكون صغيرة جداً

$$K_a = \frac{\alpha^2}{V}$$

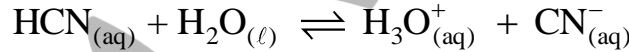
وتكون الصيغة النهائية لقانون استفالد على النحو التالي : $\therefore \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}}$ Or $\therefore K_a = \alpha^2 \cdot C_a$

وتعرف هذه العلاقة **بقانون استفالد** للتخفيف وهو يبين العلاقة الكمية بين درجة التأين (α) ودرجة تخفيفه ويتضح منها: «أنه عند ثبوت درجة الحرارة فإن درجة التأين (α) تزداد بزيادة التخفيف لتظل قيمة K_a ثابتة»

أي كلما زاد التخفيف (قل التركيز C_a) زادت درجة التفكك α .. والعكس صحيح

مثال (3)

احسب درجة التفكك في محلول 0.1 mol/L من حمض الهيدروسيانيك (HCN) عند 25°C .. علماً بأن ثابت الاتزان للحمض $K_a = 7.2 \times 10^{-10}$

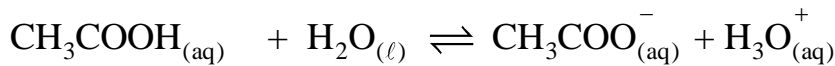


$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}} = \sqrt{\frac{7.2 \times 10^{-10}}{0.1}} = 8.5 \times 10^{-5}$$

الإجابة

حساب تركيز أيون الهيدرونيوم للأحماض الضعيفة :

عندما يتفكك حمض ضعيف مثل حمض الخليك .. تركيزه (C_a) في الماء حسب المعادلة :



$$C_a = \frac{(1-\alpha)}{V} \approx \frac{1}{V} \quad \left[\frac{\alpha}{V} \right] \quad \left[\frac{\alpha}{V} \right]$$

$$\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = K_a \quad \text{فإن ثابت التفكك لهذا التفاعل}$$

ومن المعادلة السابقة فإن مقدار ما ينتج من أيونات الخلات $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ يساوي مقدار ما ينتج من أيونات

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-] \quad \text{أي أن :}$$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \quad \text{وبذلك فإن قيمة ثابت الاتزان :}$$

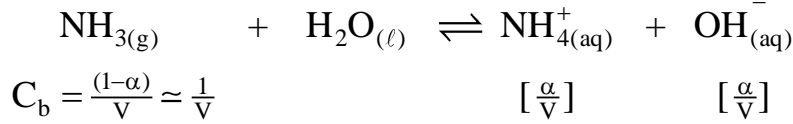
∴ الحمض ضعيف فإن درجة تفكك (α) مقدار ضئيل جداً يمكن إهماله .. ومن ذلك فإن تركيز حمض الخليك عند الإتزان $(C_a - \alpha) =$ تركيز حمض الخليك الأصلي (C) .. وبالتعويض في قانون ثابت الإتزان :

$$\therefore K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{C_a} \Rightarrow \therefore [\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a}$$

حساب تركيز أيون الهيدروكسيل للقواعد الضعيفة :

● القواعد الضعيفة ●
القواعد التي تتفكك في المحلول المائي جزئياً

يمكن حساب تركيز أيون الهيدروكسيل في القواعد الضعيفة مثل أيون الهيدرونيوم في الأحماض الضعيفة. على سبيل المثال .. فإن النشادر من القواعد الضعيفة وعندما تذاب في الماء يحدث التفاعل المتزن التالي :



$$K_b = \frac{[\text{NH}_4][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

وتبين معادلة التأيين السابقة تكوين مول واحد من كل من أيوني $[\text{NH}_4^+]$ ، $[\text{OH}^-]$ فنجد أن :

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{[\text{NH}_3]}$$

ونظراً لأن ثابت تفكك النشادر صغير جداً فإن جزءاً قليلاً جداً منه يتفكك وعند الاتزان فإن تركيز الأمونيا المتبقية $[\text{NH}_3]$ يساوي تركيز الأمونيا الأصلية (C_b)

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{C_b} \Rightarrow \therefore [\text{OH}^-] = \sqrt{C_b \times K_b}$$

مثال (4)

احسب تركيز أيونات الهيدروجين في محلول 0.1 mol/L من حمض الهيدروسيانيك (HCN) عند 25°C .. علماً بأن ثابت الاتزان للحمض $7.2 \times 10^{-10} = (K_a)$

الإجابة

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a} = \sqrt{0.1 \times 7.2 \times 10^{-10}} = 8.5 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

مثال (5)

احسب تركيز أيون الهيدروجين في محلول 0.1 mol/L من حمض الخليك عند درجة حرارة 25°C .. علماً بأن ثابت الاتزان لهذا الحمض 1.8×10^{-5}

الإجابة

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a} = \sqrt{0.1 \times 1.8 \times 10^{-5}} = 1.342 \times 10^{-3} \text{ Molar}$$

مثال (6)

ما نسبة تأين محلول 0.1 mol/L من حمض الخليك .. ثابت تأين حمض الخليك 1.8×10^{-5}

الإجابة

$$\therefore \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}} = \sqrt{\frac{1.8 \times 10^{-5}}{0.1}} = 0.0134 \text{ mol}$$

مثال (7)

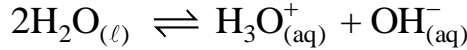
إذا كانت درجة تفكك حمض عضوي ضعيف أحادي البروتون تساوي 3% في محلول تركيزه 0.1 mol/L احسب ثابت التأيين (K_a) لهذا الحمض

$$\therefore K_a = \alpha^2 \cdot C_a = (0.03)^2 \times 0.2 = 1.8 \times 10^{-4}$$

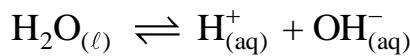
الإجابة

ثانياً تأين الماء :

الماء النقي إلكتروليت ضعيف يوصل التيار الكهربائي توصيلاً ضعيفاً ... ويعبر عن تأينه بالاتزان التالي :



وللتبسيط يمكن كتابة المعادلة السابقة كالتالي :



ويعبر عن ثابت الاتزان كما يلي :

$$K_c = [H^+] [OH^-] = 10^{-14}$$

∴ مقدار ما يتأين من الماء لا يذكر كما يتضح من قيمة ثابت الاتزان فإن تركيز الماء غير المتأين يعتبر مقدار ثابت، ومن ثم يؤول التعبير السابق إلى العلاقة التالية بعد إهمال تركيز الماء غير المتأين والذي يعتبر ثابت في ثابت الاتزان

$$K_w = \frac{[10^{-7}] [10^{-7}]}{[H_2O]} = 10^{-14}$$

وحيث أن الماء النقي متعادل التأثير على عباد الشمس ... علام ؟ لأن تركيز أيون الهيدروجين المسئول عن الحموضة مساوياً لتركيز أيون الهيدروكسيل المسئول عن القلوية.

$$K_w = [10^{-7}] [10^{-7}] = 10^{-14} \quad \text{ولذلك فإن :}$$

● **الحاصل الأيوني للماء (K_w)**
حاصل ضرب تركيزي أيون الهيدروجين وأيون الهيدروكسيل الناتجين من تأين الماء

● يساوي عددياً : 10^{-14} mol/L وهو مقدار ثابت فإذا زاد تركيز أيون الهيدروجين قل تركيز أيون الهيدروكسيل بنفس المقدار وإذا عرف تركيز أحد الأيونين أمكن معرفة تركيز الآخر.

● الأس (الرقم) الهيدروجيني pH Value

* اللوغاريتم السالب (للأساس 10) لتركيز أيون الهيدروجين
* أسلوب للتعبير عن درجة الحموضة أو القاعدية للمحاليل المائية

$$\text{الصيغة الرياضية لها : } pH = -\log [H^+] = -\log [H_3O^+]$$

حيث أن حرف (p) يعني (- log)

وإذا رجعنا لمعادلة الحاصل الأيوني للماء وبأخذ اللوغاريتم السالب لهذه المعادلة فإنها تصبح :

$$-\log [K_w] = (-\log [H^+]) + (-\log [OH^-])$$

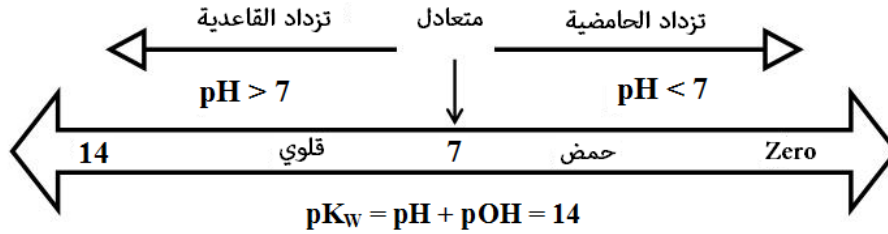
$$-\log 10^{-14} = (-\log 10^{-7}) + (-\log 10^{-7})$$

وباستبدال القيمة (- log) بالحرف (p) فإن المعادلة تصبح :

$$pK_w = pH + pOH = 14$$

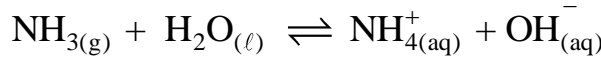
$$14 = 7 + 7$$

نوع المحلول	pH	pOH
حمضي	أقل من 7	أكبر من 7
قاعدي	أكبر من 7	أقل من 7
متعادل	يساوي 7	يساوي 7



مثال (8)

المعادلة التالية توضح تأين قاعدة ضعيفة وهي هيدروكسيد الأمونيوم تركيزها (0.1 mol/L)



- وكانت (α) هي درجة تأين القاعدة ، وكانت تأين القاعدة (K_b) 1.6×10^{-5} ، احسب ما يلي :
- (1) درجة تأين القاعدة
 - (2) تركيز أيون الهيدروكسيل في المحلول القاعدي
 - (3) الرقم الهيدروكسيلي pOH للمحلول
 - (4) الرقم الهيدروجيني pH للمحلول

$$(1) \alpha = \sqrt{\frac{K_b}{C_b}} = \sqrt{\frac{1.6 \times 10^{-5}}{0.1}} = 0.0126$$

$$(2) [\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot C_b} = \sqrt{1.6 \times 10^{-5} \times 0.1} = 1.26 \times 10^{-3}$$

$$(3) \text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log (1.26 \times 10^{-3}) = 2.89$$

$$(4) \text{pH} = \text{pK}_w - \text{pOH} = 14 - 2.89 = 11.11$$

الإجابة

ثالثاً التحلل المائي للأملاح (التميؤ) : Hydrolysis



جهاز قياس

التميؤ

تفاعل الملح مع الماء ليعطي الحمض و القلوي

تجربة :

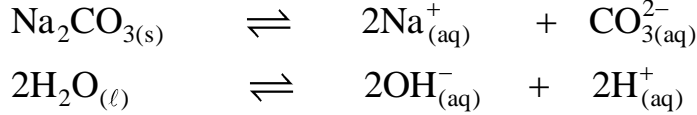
احضر أربع أنابيب اختبار وضع في الأولى محلول كربونات الصوديوم وفي الثانية الرقم الهيدروجيني محلول كلوريد الأمونيوم وفي الثالثة محلول أسيتات (خلات) الأمونيوم وفي الرابعة محلول كلوريد الصوديوم .. واكشف عن المحاليل الأربعة بورق عباد الشمس وتأكد من صحة البيانات الموضحة في الجدول التالي.

الاستنتاج	المشاهدة	التجربة
المحلول قاعدي	تزرق ورقة عباد الشمس	(1) تأثير محلول كربونات الصوديوم Na_2CO_3
المحلول حمضي	تحمّر ورقة عباد الشمس	(2) تأثير محلول كلوريد الأمونيوم NH_4Cl
المحلول متعادل	لا تتأثر	(3) تأثير محلول أسيتات الأمونيوم $\text{CH}_3\text{COONH}_4$
المحلول متعادل	لا تتأثر	(4) تأثير محلول كلوريد الصوديوم NaCl

ويمكن تفسير نتائج الجدول السابق كما يلي :

① التحلل المائي (تميو) ملح كربونات الصوديوم (ملح مشتق من حمض ضعيف وقاعدة قوية) :

- يتأين الماء كإلكتروليت ضعيف ليعطي أيونات الهيدروجين (H^+) وأيونات الهيدروكسيل (OH^-)
- عند إذابة كربونات الصوديوم .. فإنها تتفكك إلى أيونات الصوديوم وأيونات الكربونات تبعاً للمعادلات التالية:

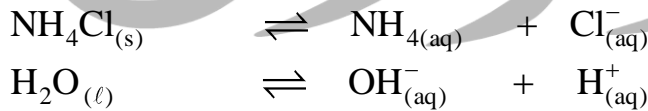


ويتضح من التفاعلات السابقة ما يلي :

- لا يتكون هيدروكسيد صوديوم؛ لأنه إلكتروليت قوي تام التأين فيزداد تركيز أيونات (OH^-) الناتجة من تأين الماء في المحلول، ولا يؤثر أيونات الصوديوم في إتزان الماء.
- يتكون حمض الكربونيك؛ لأنه إلكتروليت ضعيف غير تام التأين فيقل تركيز أيونات (H^+) الناتجة من تأين الماء لاتحادها مع أيونات الكربونات في المحلول.
- ولكي يسترجع الاتزان ثانياً فإنه تبعاً لقاعدة لوشاتيليه تتأين جزيئات أخرى من الماء لتعوض النقص في تركيز أيونات (H^+)
- ويترتب على ذلك تراكم أو زيادة تركيز أيونات (OH^-) ويصبح تركيزها أكبر من تركيز أيونات (H^+) المحلول.
- وعلى ذلك يكون الرقم الهيدروجيني ($pH > 7$) ويكون محلول كربونات الصوديوم قاعدياً.

② التحلل المائي (تميو) ملح كلوريد الأمونيوم (ملح مشتق من حمض قوى مع قاعدة ضعيفة) :

- يتأين الماء كإلكتروليت ضعيف ليعطي أيونات الهيدروجين (H^+) وأيونات الهيدروكسيل (OH^-)
- عند إذابة كلوريد الأمونيوم .. فإنها تتفكك إلى أيونات الكلوريد وأيونات الأمونيوم تبعاً للمعادلات التالية :

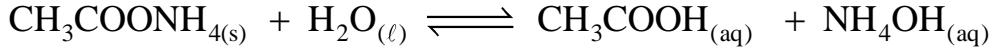
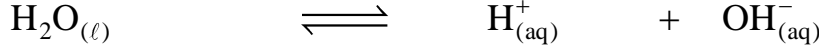
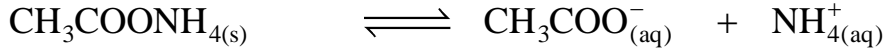


ويتضح من التفاعلات السابقة ما يلي :

- لا يتكون حمض الهيدروكلوريك؛ لأنه إلكتروليت قوي تام التأين فيزداد تركيز أيونات (H^+) الناتجة من تأين الماء في المحلول، ولا يؤثر أيونات الكلوريد في إتزان الماء.
- يتكون هيدروكسيد الأمونيوم؛ لأنه إلكتروليت ضعيف غير تام التأين فيقل تركيز أيونات (OH^-) الناتجة من تأين الماء لاتحادها مع أيونات الأمونيوم في المحلول.
- ولكي يسترجع الاتزان ثانياً فإنه تبعاً لقاعدة لوشاتيليه تتأين جزيئات أخرى من الماء لتعوض النقص في تركيز أيونات (OH^-)
- ويترتب على ذلك تراكم أو زيادة تركيز أيونات (H^+) ويصبح تركيزها أكبر من تركيز أيونات (OH^-) المحلول.
- وعلى ذلك يكون الرقم الهيدروجيني ($pH < 7$) ويكون محلول كلوريد الأمونيوم حامضياً.

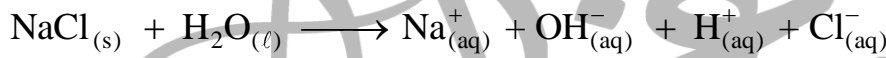
③ التحلل المائي (تميو) ملح أسيتات الأمونيوم (ملح مشتق من حمض ضعيف وقلوي ضعيف) :

- يتأين الماء كإلكتروليت ضعيف ليعطي أيونات الهيدروجين (H^+) وأيونات الهيدروكسيل (OH^-)
- عند إذابة أسيتات الأمونيوم .. فإنها تتفكك إلى أيونات الأسيتات وأيونات الأمونيوم تبعاً للمعادلات التالية :



- يتكون حمض الأسيتيك؛ لأنه إلكتروليت ضعيف غير تام التأين فيقل تركيز أيونات (H^+) الناتجة من تأين الماء لاتحادها مع أيونات الأسيتات في المحلول.
- يتكون هيدروكسيد الأمونيوم ؛ لأنه إلكتروليت ضعيف التأين غير تام التأين فيقل تركيز أيونات (OH^-) الناتجة من تأين الماء لاتحادها مع أيونات الأمونيوم في المحلول.
- مما يعني أن تركيز أيونات (H^+) القليل الناتج من تأين الحمض الضعيف يكافئ تركيز أيونات (OH^-) القليل الناتج من تأين القاعدة الضعيفة.
- وعلى ذلك يكون الرقم الهيدروجيني (pH=7) ويكون محلول أسيتات الأمونيوم متعادلاً.

④ تميؤ كلوريد الصوديوم (ملح مشتق من حمض قوى وقاعدة قوية) :



- لا يتكون حمض الهيدروكلوريك؛ لأنه إلكتروليت قوي تام التأين فيزداد تركيز أيونات (H^+) الناتجة من تأين الماء في المحلول، ولا يؤثر أيونات الكلوريد في إتزان الماء.
- لا يتكون هيدروكسيد صوديوم؛ لأنه إلكتروليت قوي تام التأين فيزداد تركيز أيونات (OH^-) الناتجة من تأين الماء في المحلول، ولا يؤثر أيونات الصوديوم في إتزان الماء.
- مما يعني أن تركيز أيونات (H^+) الناتج من تأين الحمض القوي يكافئ تركيز أيونات (OH^-) الناتج من تأين القاعدة القوية.
- وعلى ذلك يكون الرقم الهيدروجيني (pH=7) ويكون محلول كلوريد الصوديوم متعادلاً.

مما سبق يمكن أن نستنتج مقارنة بين التميؤ والتعادل ... كما يلي :

التعادل	التميؤ
تفاعل حمض وقلوي لينتج ملح وماء.	عملية ذوبان الملح في الماء لينتج الحمض والقلوي المشتق منهما الملح. وتعتمد الخاصية الحامضية والقاعدية لمحلول الملح على قوة كل من الحمض والقلوي الناتجين من ذوبان الملح في الماء.

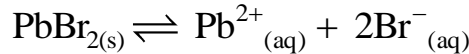
رابعاً حاصل الإذابة :

- لكل ملح صلب حد معين للذوبان في الماء عند درجة حرارة معينة وعند الوصول لهذا الحد تصبح المادة المذابة في حالة اتزان ديناميكي مع المادة غير المذابة ويوصف المحلول حينئذ بالمحلول المشبع.
- المحلول المشبع : المحلول الذي تكون المادة المذابة فيه في حالة اتزان ديناميكي مع المادة غير المذابة.

ملاحظات :	مدى ذوبانية الأملاح الصلبة في الماء واسع جداً. ◀ ذوبانية نترات البوتاسيوم KNO_3 في الماء تساوي 31.6g/100g عند $20^\circ C$ ◀ ذوبانية كلوريد الفضة $AgCl$ في الماء تساوي 0.0016g/100g عند $20^\circ C$
-----------	---

درجة الذوبان : تركيز المحلول المشبع من الملح شحيح الذوبان عند درجة حرارة معينة.

فإذا أخذت كمية من بروميد الرصاص $PbBr_2$ II ورُجت في الماء، فإن كمية ضئيلة جداً سوف تذوب ويتأين جزء منها وفقاً للمعادلة الآتية :



وبتطبيق قانون فعل الكتلة عليها فإن ثابت الإتزان :

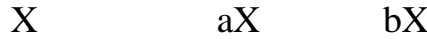
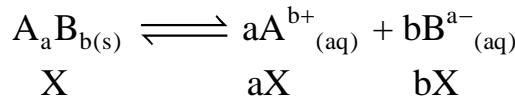
$$K_{sp} = \frac{[Pb^{2+}] [Br^{-}]^2}{[PbBr_2]}$$

وحيث أن تركيز $PbBr_2$ الصلب يظل ثابتاً تقريباً فإن : $K_{sp} = [Pb^{2+}] [Br^{-}]^2$

● حاصل الإذابة (K_{sp}) ●

لأي مركب أيوني شحيح الذوبان هو حاصل ضرب تركيز أيوناته مقدرة بالمول/لتر مرفوع كل منها لأس يساوي عدد مولات الأيونات والتي توجد في حالة اتزان مع محلولها المشبع

إرشادات لحل مسائل حاصل الإذابة : لأي مركب شحيح الذوبان في الماء يساوي حاصل ضرب تركيز أيوناته (كل مرفوع لأس يساوي عدد مولات الأيونات) مقدرة بالمول / لتر



$$K_{sp} = [A^{b+}]^a \cdot [B^{a-}]^b \quad \leftarrow \text{تُستخدم العلاقة :}$$

إذا ورد في المعطيات تركيز الأيونات في المحلول المشبع

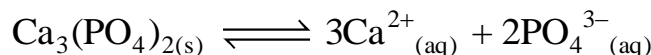
$$K_{sp} = (aX)^a \cdot (bX)^b \quad \leftarrow \text{تُستخدم العلاقة :}$$

إذا ورد في المعطيات درجة ذوبان الملح شحيح الذوبان في الماء (X)

مثال (9)

احسب قيمة حاصل الإذابة لمُحلول فوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ ، علماً بأن :
(1) تركيز أيونات الكالسيوم $2 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$ (2) تركيز أيونات الفوسفات $1 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

الإجابة

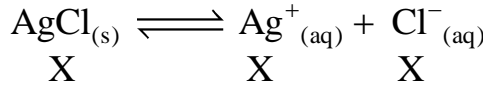


$$\therefore K_{sp} = [Ca^{2+}]^3 \cdot [PO_4^{3-}]^2 = (2 \times 10^{-8})^3 \times (1 \times 10^{-3})^2 = 8 \times 10^{-30}$$

مثال (10)

إذا كانت درجة ذوبان كلوريد الفضة AgCl هي 10^{-5} mol/L احسب قيمة حاصل الإذابة.

الإجابة

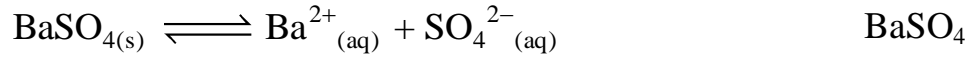


$$\therefore [\text{Ag}^+] = [\text{Cl}^-] = X$$

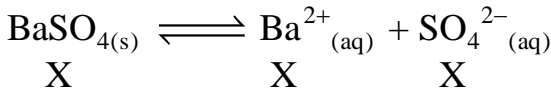
$$\therefore K_{sp} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 10^{-5} \times 10^{-5} = 10^{-10} \text{ mol/L}$$

مثال (11)

إذا كان تركيز أيون (Ba^{2+}) عند الاتزان هي $1.04 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ ، احسب قيمة حاصل الإذابة لـ



الإجابة



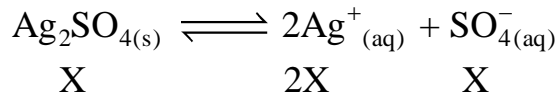
$$\therefore [\text{Ba}^{2+}] = [\text{SO}_4^{2-}] = X$$

$$\therefore K_{sp} = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = 1.04 \times 10^{-5} \times 1.04 \times 10^{-5} = 1.08 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$$

مثال (12)

احسب قيمة حاصل الإذابة لملاح كبريتات الفضة Ag_2SO_4 علماً بأن درجة ذوبانه في الماء عند درجة حرارة معينة يساوي $1.4 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

الإجابة



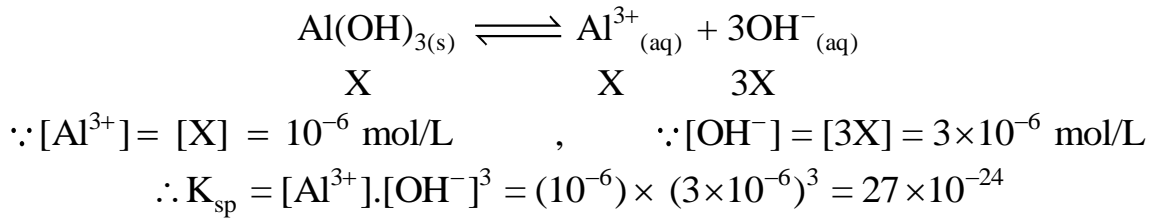
$$\therefore [\text{Ag}^+] = [2X] = 2 \times 1.4 \times 10^{-2} \text{ mol/L}, \quad \therefore [\text{SO}_4^{2-}] = [X] = 1.4 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$\therefore K_{sp} = [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = (2 \times 1.4 \times 10^{-2})^2 \times (1.4 \times 10^{-2}) = 1.0976 \times 10^{-5}$$

مثال (13)

احسب قيمة حاصل الإذابة لهيدروكسيد الألومنيوم إذا كانت درجة ذوبانه 10^{-6} mol/L

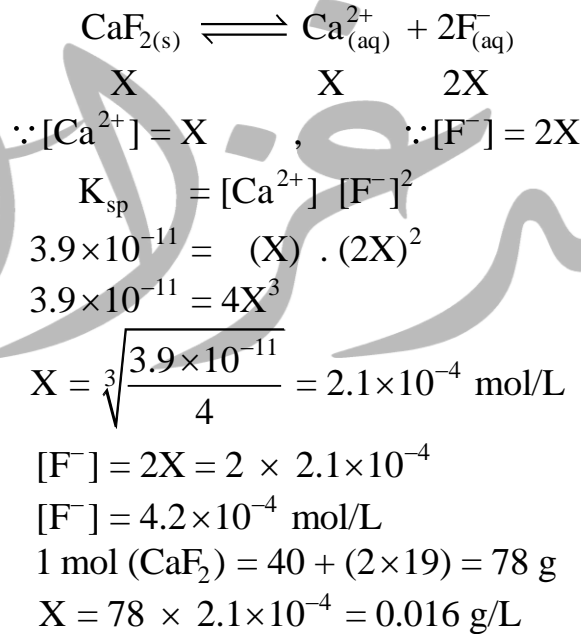
الإجابة



مثال (14)

إذا كانت قيمة حاصل الإذابة (K_{sp}) لفلوريد الكالسيوم (CaF_2) هي 3.9×10^{-11} احسب كل من :
 (١) درجة ذوبان فلوريد الكالسيوم في الماء مقدرة بوحدة mol/L
 (٢) تركيز أيونات الفلوريد
 (٣) درجة ذوبان فلوريد الكالسيوم في الماء مقدرة بوحدة g/L

الإجابة



تقويم الحرس الثاني : اللاتزان الأيونى

١ اكتب المصطلح العلمى أو الاسم الدال على كل من العبارات التالية :

- (١) مواد لا توصل محاليلها أو مصهوراتها التيار الكهربى لعدم وجود أيونات مماهة أو حرة.
- (٢) مواد توصل محاليلها أو مصهوراتها التيار الكهربى عن طريق حركة أيونات (المماهة أو الحرة).
- * مواد توصل التيار الكهربى عن طريق حركة أيوناتها. (مصر أول ٩٦)
- (٣) مواد تامة التأين توصل التيار الكهربى توصيلاً قوياً.
- (٤) مواد غير تامة التأين توصل التيار الكهربى توصيلاً ضعيفاً.
- (٥) عملية تحول جزيئات المركبات الأيونية إلى أيونات حرة. (مصر ثان - ق - ١٤)
- (٦) عملية تحول جزيئات غير متأينة إلى أيونات.
- (٧) عملية تحول جزء ضئيل من الجزيئات غير المتأينة إلى أيونات وتحدث فى الإلكتروليتات الضعيفة.
- (٨) عملية تحول كل الجزيئات غير المتأينة إلى أيونات وتحدث فى الإلكتروليتات القوية. (مصر أول - ح - ١٥)
- (٩) إتزان يحدث فى محاليل الإلكتروليتات الضعيفة بين جزيئاتها غير المتأينة والأيونات الناتجة عنها. (السودان أول ٠٧)
- (١٠) أيون يتكون من ارتباط البروتون الناتج من تأين الأحماض مع جزيء الماء.
- (١١) البروتون المماه.
- (١٢) أيونات لا توجد منفردة فى المحاليل المائية للأحماض. (الأزهر ثان ١٤)
- (١٣) العالم الذى أوجد العلاقة بين درجة التفكك (α) والتركيز (C) بالمول / لتر. (مصر ثان ٠٨ ، الأزهر أول ١٥)
- (١٤) النسبة بين حاصل ضرب تركيزات الأيونات الناتجة إلى تركيز الجزيئات غير المتأينة.
- (١٥) النسبة بين حاصل ضرب تركيزات أيونات الحمض الناتجة إلى تركيز جزيئات الحمض غير المتأينة.
- (١٦) النسبة بين عدد المولات المتفككة إلى عدد المولات الكلية قبل التفكك.
- (١٧) الأحماض التى تتميز بصغر ثابت تأينها. (الأزهر ثان ١٤)
- (١٨) قانون يبين العلاقة بين درجة تأين المحاليل الإلكتروليتية الضعيفة (α) وتركيزها (C) * قانون يبين العلاقة الكمية بين درجة التأين (α) ودرجة تخفيفه.
- * عند ثبوت درجة الحرارة فإن درجة التأين (α) تزداد بزيادة التخفيف لتظل قيمة K_a ثابتة.
- (١٩) القواعد التى تتأين فى المحلول المائى جزئياً.
- (٢٠) حاصل ضرب تركيزي أيون الهيدروجين وأيون الهيدروكسيل ويساوى 10^{-14} mol/L (السودان ثان ٠٧ ، مصر أول ٠٩ ، مصر ثان - ح - ١٤)
- (٢١) تعبير عن درجة الحموضة أو القاعدية للمحاليل المائية بأرقام متسلسلة موجبة. (مصر ثان ٠٢)
- * اللوغاريتم السالب (للأساس 10) لتركيز أيون الهيدروجين (H^+). (مصر ثان ٠٧ ، السودان أول ١٢)
- (٢٢) اللوغاريتم السالب (للأساس 10) لتركيز أيون الهيدروكسيد (OH^-).
- (٢٣) عملية ذوبان الملح فى الماء وتكوين الحمض والقلوى المشتق منها الملح.
- (٢٤) الملح المشتق من حمض قوى وقاعدة قوية.
- * الملح المشتق من حمض ضعيف وقاعدة ضعيفة.

- (٢٥) الملح المشتق من حمض قوي وقاعدة ضعيفة.
 (٢٦) الملح المشتق من حمض ضعيف وقاعدة قوية.
 (٢٧) المحلول الذي تكون المادة المذابة فيه في حالة اتزان ديناميكي مع المادة غير المذابة.
 (٢٨) تركيز المحلول المشبع من الملح شحيح الذوبان عند درجة حرارة معينة.
 (٢٩) حاصل ضرب تركيز أيونات مركب أيوني شحيح الذوبان (كل مرفوع لأس يساوي عدد الأيونات) مقدرة بالمول/لتر والتي تتواجد في حالة اتزان مع محلولها المشبع. (الأزهر أول ١١)

٢ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

- (١) النظام التالي في حالة اتزان $AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ فعند إضافة 0.1 mol/L من حمض HCl إلى هذا النظام، سوف يزاح الاتزان إلى
- (أ) ناحية اليمين وينقص تركيز أيون $Ag^+_{(aq)}$ (ب) ناحية اليمين ويزيد تركيز أيون $Ag^+_{(aq)}$
 (ج) ناحية اليسار وينقص تركيز أيون $Ag^+_{(aq)}$ (د) ناحية اليسار ويزيد تركيز أيون $Ag^+_{(aq)}$
- (٢) في التفاعل المتزن : $H_2S_{(s)} \rightleftharpoons 2H^+_{(aq)} + S^{2-}_{(aq)}$ عند إضافة قطرات من محلول حمض الهيدروكلوريك فإن التفاعل
- (أ) ينشط في الاتجاه العكسي. (ب) ينشط في الاتجاه الطردي.
 (ج) لا يتأثر.
- (٣) الاتزان الذي ينشأ في محاليل الإلكتروليتات الضعيفة بين جزيئاتها وبين الأيونات الناتجة عنها تسمى بالاتزان
- (أ) التساهمي (ب) الديناميكي (ج) الأيوني (د) الهيدروليكي
- (٤) تتميز المحاليل الإلكتروليتية القوية بأنها
- (أ) محاليل مواد متأيئة تماماً
 (ب) المواد المتأيئة التي تحتويها تتفكك سريعاً في محاليلها وتوصل التيار الكهربائي
 (ج) المواد المتأيئة التي تحتويها تتفكك ببطء في المحلول وضعيفة التوصيل للتيار الكهربائي
 (د) الإجابتان (أ) ، (ب) صحيحتان
- (٥) محلول غاز كلوريد الهيدروجين (HCl) في البنزين
- (أ) يحتوي على أيونات ويضئ المصباح الكهربائي المتصل بقطبين مغموسين في محلوله
 (ب) لا يحتوي على أيونات ولا يضئ المصباح الكهربائي المتصل بقطبين مغموسين في محلوله
 (ج) الرابطة بين ذرتي جزئ الغاز في محلوله رابطة أيونية
 (د) الإجابتان (أ) ، (ب) صحيحتان
- (٦) محلول حمض الخليك النقي الذائب في الماء
- (أ) يحتوي على أيونات ويضئ المصباح الكهربائي المتصل بقطبين مغموسين في محلوله.
 (ب) لا يحتوي على أيونات ولا يضئ المصباح الكهربائي المتصل بقطبين مغموسين في محلوله.
 (ج) يحتوي على أيونات يزداد عددها بالتخفيف.
 (د) الإجابتان (أ) ، (ب) صحيحتان.
- (٧) محلول حمض الخليك النقي الذائب في الماء
- (أ) يحتوي على أيونات ويضئ المصباح الكهربائي المتصل بقطبين مغموسين في محلوله.

(ب) لا يحتوي على أيونات ولا يضىء المصباح الكهربائي المتصل بقطبين مغموسين في محلوله.
(ج) يحتوي على أيونات يقل عددها بالتخفيف.
(د) الإجابتان (أ) ، (ج) صحيحتان.

(٨) ثوابت تأين K_a لحمض الكبريتوز H_2SO_3 ، وحمض الهيدروفلوريك HF ، وحمض الخليك CH_3COOH وحمض الكربونيك H_2CO_3 هي على التوالي 1.7×10^{-2} ، 7.6×10^{-4} ، 1.8×10^{-5} ، 4.4×10^{-7} ، يمكن ترتيب هذه الأحماض الضعيفة تبعاً لقوتها، حسب تأينها في الماء كما يلي

(أ) الكبريتوز < الهيدروفلوريك < الخليك < الكربونيك
(ب) الكربونيك < الخليك < الهيدروفلوريك < الكبريتوز
(ج) الكربونيك < الهيدروفلوريك < الكبريتوز < الخليك
(د) الهيدروفلوريك < الخليك < الكبريتوز < الكربونيك

(٩) المادة الإلكترونية من المواد التالية هي

(أ) سكر الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$ (ب) البنزين العطري C_6H_6
(ج) الميثانول CH_3OH (د) حمض الخليك CH_3COOH

(١٠) محلول 0.001 mol/L من حمض الهيدروكلوريك تكون قيمة pH له تساوي

(السودان أول ١٠ ، مصر أول ١٠)

(أ) 11 (ب) 3 (ج) 1 (د) Zero

(١١) إذا كان الرقم الهيدروجيني لحمض معين هو 3 فيكون الرقم الهيدروكسيلي له (مصر ثان ٠٩)

(أ) 11 (ب) 9 (ج) 8 (د) 4

(١٢) حمض الهيدروكلوريك من أقوى الأحماض فالرقم الهيدروجيني لمحلول منه تركيزه 1 mol/L (مصر أول ٠٩)

(أ) Zero (ب) 7 (ج) 13 (د) 14

(١٣) محلول كلوريد الحديد (III) تأثيره على ورقة عباد الشمس (مصر ثان ٩٥)

(أ) قلوي (ب) حمضي (ج) متعادل (د) لا يؤثر

(١٤) ناتج تميؤ ملح كربونات الصوديوم في الماء هو حمض كربونيك و (مصر أول ٠٣)

(أ) أيونات (H^+) وأيونات (Na^+) (ب) أيونات (Na^+) وأيونات (OH^-)
(ج) هيدروكسيد الصوديوم (د) أيونات (CO_3^{2-}) وأيونات (Na^+)

(١٥) الحاصل الأيوني للماء يساوي mol/L (مصر ثان ٠٨)

(أ) 7 (ب) 14 (ج) 10^{-7} (د) 10^{-14}

(١٦) الأس الهيدروجيني لمحلول كربونات الأمونيوم يساوي

(أ) 7 (ب) أكبر من 7 (ج) أقل من 7 (د) 14

(١٧) يكون المحلول حمضياً عندما تكون قيمة الأس الهيدروجيني له (مصر أول ٩٧)

(أ) 7 (ب) أكبر من 7 (ج) أقل من 7 (د) 14

(١٨) محلول كلوريد الحديد III pH تأثيره على ورقة عباد الشمس. (مصر ثان ٩٥)

(أ) حمضي. (ب) قلوي. (ج) متعادل.

(١٩) تحمر ورقة عباد الشمس الزرقاء عند تميؤ ملح (مصر أول ٠٧)

(أ) أسيتات الأمونيوم (ب) كلوريد الأمونيوم
(ج) كربونات الصوديوم (د) كربونات الأمونيوم

- (٢٠) أحد الأملاح التالية محلوله يزرق صبغة عباد الشمس
 (١) كبريتات البوتاسيوم
 (ب) أسيتات الأمونيوم
 (ج) نترات الحديد III
 (د) خلات الصوديوم
 (مصر أول - ح - ١٤)
- (٢١) محلول الإلكتروليت القوي يكون تام
 (١) التفاعل
 (ب) التحلل
 (ج) الذوبان
 (د) التآين
 (٢٢) يعتبر المحلول الذي تركيز أيون H_3O^+ يساوي $1 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ محلولاً
 (السودان أول - ح - ١٥)
- (١) حمضياً والرقم الهيدروجيني له 4
 (ب) حمضياً والرقم الهيدروجيني له 10
 (ج) قاعدياً والرقم الهيدروجيني له 4
 (د) قاعدياً والرقم الهيدروجيني له 10
 (٢٣) الاتزان الأيوني ينشأ في محاليل الإلكتروليتات الضعيفة، بين
 (١) جزيئات المتفاعلات وجزيئات النواتج.
 (ب) جزيئات المتفاعلات وأيونات النواتج.
 (ج) أيونات المتفاعلات وجزيئات النواتج.
 (د) أيونات المتفاعلات وأيونات النواتج.
 (٢٤) تمكن العالم استفالد من إيجاد علاقة بين
 (١) تركيز كل من المتفاعلات والنواتج.
 (ب) درجة التآين والتركيز.
 (ج) درجة التفكك والتوصيل الكهربائي.
 (د) تركيز المتفاعلات ومعدل التفاعل.
 (٢٥) تركيز أيون الهيدروجين في الماء النقي يساوي
 (١) $1 \times 10^{-7} \text{ M}$
 (ب) $1 \times 10^{-6} \text{ M}$
 (ج) $1 \times 10^{-14} \text{ M}$
 (د) $1 \times 10^7 \text{ M}$
 (٢٦) من الصفات العامة لمحاليل الأحماض المائية
 (١) $pH > 7$
 (ب) تزرق محلول عباد الشمس.
 (ج) تزيل لون الفينولفثالين.
 (د) لها ملمس دهني.
 (٢٧) من الصفات العامة لمحاليل القواعد المائية
 (١) تحمر محلول عباد الشمس.
 (ب) $pH < 7$
 (ج) تحول لون الميثيل البرتقالي إلى اللون الأصفر.
 (د) لها طعم لاذع.
 (٢٨) عند خلط حجمين متساويين من محلولي حمض الهيدروكلوريك وهيدروكسيد الصوديوم، تركيز كل منهما 0.5 M يكون المحلول الناتج
 (١) حامضي.
 (ب) متعادل.
 (ج) قلوي.
 (د) لا توجد إجابة صحيحة.
 (٢٩) محلول كربونات الصوديوم في الماء
 (١) يحمر محلول عباد الشمس.
 (ب) يزرق محلول عباد الشمس.
 (ج) حمضي التأثير على محلول عباد الشمس.
 (د) متعادل التأثير على محلول عباد الشمس.
 (٣٠) المحلول الذي له صفة حمضية (أي أن ال pH له أقل من 7) هو
 (١) الماء النقي
 (ب) ماء البحر
 (ج) الخل
 (د) محلول الأمونيا
 (٣١) المحلول الذي له صفة قلوية (أي أن ال pH له أكبر من 7) هو
 (١) مستحلب المانيزيا
 (ب) الماء النقي
 (ج) محلول هيدروكسيد الصوديوم
 (د) الاجابتان (١) ، (ج) صحيحتان
 (٣٢) المحلول المتعادل (أي أن ال pH له تساوي 7) هو
 (١) ماء البحر.
 (ب) الماء النقي.

(ج) عصير البرتقال. (و) حمض الهيدروكلوريك.
(٣٣) محلول من المحاليل المتعادلة ($pH = 7$) (السودان ثان - ج - ١٤)

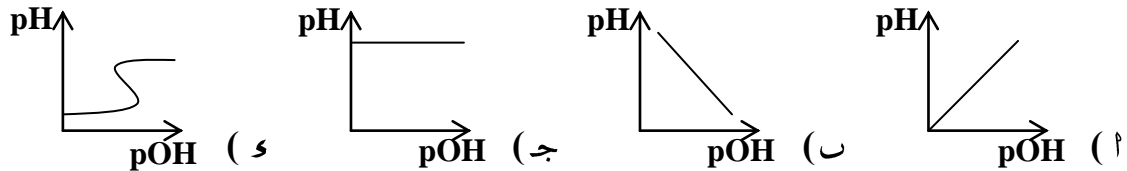
(١) هيدروكسيد الصوديوم (ب) كلوريد الصوديوم
(ج) عصير البرتقال (و) حمض الهيدروكلوريك
(٣٤) عند إضافة قطرة من دليل الفينولفثالين إلى محلول يتلون المحلول باللون الأحمر.
(تجريبي ١٤ ، تجريبي ١٥)

(١) كلوريد الصوديوم (ب) كربونات الصوديوم
(ج) أسيتات الأمونيوم (و) كلوريد الأمونيوم
(٣٥) محلول كربونات الصوديوم في الماء
(١) يحمر عباد الشمس (ب) يزرق عباد الشمس
(ج) قلوي التأثير على عباد الشمس (و) الاجابتان (ب) ، (ج) صحيحتان
(٣٦) محلول كلوريد الصوديوم في الماء
(١) يحمر عباد الشمس (ب) يزرق عباد الشمس
(ج) متعادل التأثير على عباد الشمس (و) الاجابتان (ب) ، (ج) صحيحتان
(٣٧) التميؤ هو تفاعل كيميائي
(١) عكس تفاعل التعادل.

(ب) يحدث للأملاح المشتقة من حمض ضعيف وقاعدة قوية أو من حمض قوي مع قاعدة ضعيفة.
(ج) يحدث للأملاح المشتقة من حمض ضعيف وقاعدة ضعيفة.
(و) جميع الإجابات صحيحة.

(٣٨) ما قيمة pH للمحلول الذي يحتوي على أقل تركيز من أيون $[OH^-]$ ؟
(١) 1 (ب) 7 (ج) 10 (و) 14
(٣٩) إذا كان الحاصل الأيوني للماء $= 1 \times 10^{-14}$ عند درجة حرارة $298^\circ K$ فإن تركيز أيون (H^+) في الماء النقي عند نفس الدرجة هو mol/L
(١) 1×10^{-7} (ب) 1×10^{-7} (ج) 1×10^{-14} (و) 1×10^{14}

(٤٠) فيما يلي ثوابت تأيين (K_a) لأربعة أحماض ضعيفة فإن تعتبر ثابت التأين لأضعف حمض
(١) 1×10^{-5} (ب) 1×10^{-4} (ج) 1.7×10^{-3} (و) 1.7×10^{-2}
(٤٤) الشكل يعبر عن العلاقة بين pH ، pOH للمحلول الواحد.



(٤١) المحلول الذي قوة تركيزه $0.1 mol/L$ والذي يحتوي على أعلى تركيز من أيونات H_3O^+ هو محلول
(أ) CH_3COOH (ب) $NaCl$ (ج) KBr (و) $Ba(OH)_2$

(٤٢) عند خلط حجم متساوية من محلولي $0.5 mol/L$ من HCl ، $0.5 mol/L$ من $NaOH$ يكون المحلول الناتج
(١) حمضي (ب) قلوي (ج) متعادل (و) لا توجد إجابة صحيحة

- (٤٣) pH لمحلول NaOH تركيزه 0.1 mol/L يساوي
 (١) 1 (ب) 7 (ج) 13 (د) 14
- (٤٤) pH لمحلول حمض الكبريتيك 0.005 mol/L يساوي
 (١) 0.01 (ب) 0.005 (ج) 1 (د) 2
- (٤٥) تركيز أيونات OH⁻ في محلول HCl تركيزه 0.025 mol/L يساوي mol/L
 (١) 2.5×10^{-16} (ب) 4×10^{-13} (ج) 2.5×10^{-2} (د) 2.5×10^{12}
- (٤٦) المحلول المائي لكبريتات النحاس CuSO₄ يحمر عباد الشمس الأزرق، بسبب
 (١) وجود أيونات Cu²⁺ (ب) وجود أيونات SO₄²⁻
 (ج) حدوث عملية تميؤ (د) حدوث عملية اختزال
- (٤٧) pOH لمحلول KOH تركيزه 0.05 mol/L يساوي
 (١) 1 (ب) 1.3 (ج) 12.7 (د) 13
- (٤٨) محلول الذي تركيزه 0.01 mol/L تكون قيمة pH له 2
 (١) HCl (ب) HCN (ج) CH₃COOH (د) NaOH
- (٤٩) المحلول الحمضي عند 25°C يتميز بأن
 (١) $[H_3O^+] < [OH^-]$ (ب) $[H_3O^+] > [OH^-]$
 (ج) $pOH < 7$ (د) $pH > 7$
- (٥٠) يمكن حساب قيمة pOH لمحلول ما من العلاقة
 (١) $pOH = K_w + pH$ (ب) $pOH = -\log K_w$
 (ج) $pOH = -\log [H_3O^+]$ (د) $pOH = pK_w - pH$
- (٥١) يتواجد الإلكتروليت الضعيف في المحلول على هيئة بنسبة كبيرة.
 (١) ذرات (ب) جزيئات (ج) شقوق حرة (د) أيونات
- (٥٢) عند معايرة تكون قيمة pH للمحلول الناتج 7
 (١) حمض ضعيف بقاعدة قوية (ب) حمض قوي بقاعدة ضعيفة
 (ج) حمض قوي بقاعدة قوية (د) الإجابتان (١) ، (ب) معاً
- (٥٣) المحلول المائي الذي قيمة pH له تساوي 6 ، يكون [OH⁻] فيه
 (١) 1×10^{-8} (ب) 1×10^{-6} (ج) 1×10^{-7} (د) 1×10^{-8}

٣ علل ما يأتي :

- (١) لا يوجد أيون الهيدروجين (البروتون) الناتج من تأين الأحماض في محاليلها المائية منفرداً.
 (مصر أول ٠٧ ، مصر ثان ٠٩ ، أزهر أول ١٢ ، مصر أول ١٢)
- (٢) يمكن تطبيق قانون فعل الكتلة على محاليل الإلكتروليتات الضعيفة فقط.
 (تجريبي ١٠)
- (٣) لا يمكن تطبيق قانون فعل الكتلة على محاليل الإلكتروليتات القوية.
- (٤) تزداد درجة توصيل محلول حمض الأسيتيك للتيار الكهربائي عند تخفيفه بالماء، بينما لا تتأثر درجة توصيل محلول حمض الهيدروكلوريك بالتخفيف.
- (٥) محلول كربونات الصوديوم قلوي التأثير على صبغة عباد الشمس.
 (مصر ثان ٠٧ ، السودان أول ١٠)
- (٦) محلول كلوريد الأمونيوم حمضي التأثير على عباد الشمس.
 (السودان أول ٠٨ ، مصر ثان ٠٩)

- * يتلون محلول كلوريد الأمونيوم باللون الأحمر عند إضافة قطرات من محلول الميثيل البرتقالي عليه.
(مصر أول ١١)
- * محلول كلوريد الحديد (III) حمضي التأثير على عباد الشمس.
(٧) محلول كلوريد الصوديوم متعادل التأثير على صبغة عباد الشمس.
(٨) محلول أسيتات الأمونيوم متعادل التأثير على صبغة عباد الشمس.
(٩) الحاصل الأيوني للماء $K_w = [10^{-7}] [10^{-7}] = 10^{-14}$
(مصر ثان ٠٦)
- * الماء النقي متعادل التأثير على عباد الشمس.

٤ مسائل متنوعة :

قانون أستفالد :

- (١) إذا كانت درجة تفكك حمض عضوي ضعيف أحادي البروتون تساوي 3% في محلول تركيزه 0.2 mol/L ، احسب ثابت تأين (K_a) لهذا الحمض

(1.8×10⁻⁴)

- (٢) احسب تركيز أيون الهيدروجين في محلول 0.1 mol/L من حمض الخليك عند درجة حرارة 25°C .. علماً بأن ثابت الاتزان لهذا الحمض 1.8×10^{-5}

(السودان أول ٠٧)

(1.34×10⁻³)

- (٣) احسب درجة التفكك في محلول 0.2 mol/L من الهيدروسيانيك (HCN) عند 25°C علماً بأن ثابت الاتزان للحمض $K_a = 7.2 \times 10^{-10}$

(السودان أول ٠٨ ، مصر أول ٠٨ ، مصر ثان ٠٩ ، السودان أول ١٤)

(6×10⁻⁵)

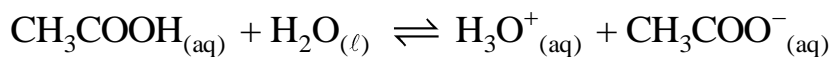
- (٤) محلول 0.1 mol/L من حمض الخليك ، إذا كان ثابت تأين حمض الخليك 1.8×10^{-5} احسب كل من :

(٢) نسبة تأين الحمض (ب) تركيز أيون الهيدرونيوم (مصر أول ٠٩)

(ج) الرقم الهيدروجيني pH (د) الرقم الهيدروكسيلي pOH

(1.34×10⁻² - 1.34×10⁻³ - 2.87 - 11.13)

- (٥) المعادلة التالية توضح تأين حمض ضعيف وهو حمض الخليك (تركيزه $C_a = 0.5 \text{ mol/L}$) في محلوله المائي وكان ثابت التأين للحمض $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$



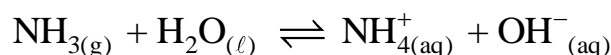
احسب كل من :

(٢) درجة تأين الحمض (ب) تركيز أيون الهيدرونيوم

(ج) الرقم الهيدروجيني pH (د) الرقم الهيدروكسيلي pOH

(6×10⁻³ - 3×10⁻³ - 2.52 - 11.48)

(٦) **المعادلة التالية :** توضح تأين قاعدة ضعيفة وهي محلول النشادر (هيدروكسيد الأمونيوم) ، تركيزه 0.1 mol/L وثابت تأين القاعدة $K_b = 1.6 \times 10^{-5}$



(مصر ثان ١١)

احسب كل من :

(ب) تركيز أيون الهيدروكسيد

(٢) درجة تأين القاعدة

(د) الرقم الهيدروجيني pH

(ج) الرقم الهيدروكسيلي pOH

(1.26 × 10⁻² - 1.26 × 10⁻³ - 2.9 - 11.1)

(٧) **إذا علم أن قيمة الحاصل الأيوني للماء $K_w = 1 \times 10^{-14}$ عند 25°C ، أملء الفراغات في الجدول الآتي عند هذه الدرجة :**

pOH	pH	[OH ⁻]	[H ⁺]
.....	.....	.....	1×10^{-11}
.....	.....	1×10^{-5}	.....
.....	6	.....	.....
12	.....	.....	.....

(٨) **الماء النقي إلكتروليت ضعيف يوصل التيار الكهربائي توصيلاً ضعيفاً أجب عن الآتي :**

(مصر ثان ٠٣)

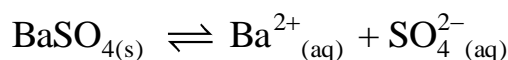
(ب) ما نوع الاتزان.

(٢) اكتب معادلة اتزان تأين الماء.

(٩) **أوجد قيمة (pH) ووضح التأثير الحمضي أو القلوي أو المتعادل للمحاليل التالية حيث أن تركيز أيون الهيدروجين بها هو :** (١) 10^{-5} (ب) 10^{-12} (ج) 10^{-7} (السودان أول ١٤)

حاصل الإذابة :

(١٠) **رج محلول يحتوي على كبريتات الباريوم الصلبة (BaSO_4) مع الماء النقي عند درجة حرارة 25°C لعدة أيام متتالية ، أخذت عينة من المحلول يومياً لتقدير تركيز أيون الباريوم بها ، وبعد عدة أيام ثبتت قيمة تركيز (Ba^{2+}) في المحلول مما يوضح أن المحلول في حالة الاتزان التالي :**



إذا كان تركيز أيون (Ba^{2+}) عند الاتزان هي 1.04×10^{-5} ، احسب قيمة حاصل الإذابة لكبريتات

(مصر أول ٠٧)

الباريوم BaSO_4

(1.8 × 10⁻¹⁰)

(١١) **إذا كانت درجة ذوبان هيدروكسيد الألومنيوم هي 10^{-6} mol/L ، احسب قيمة حاصل الإذابة له**

(2.7 × 10⁻²³)

(١٢) **احسب قيمة حاصل الإذابة لكلوريد الفضة (AgCl) إذا كانت درجة ذوبانه هي 10^{-5} mol/L**

(مصر ثان ٠٧)

(10⁻¹⁰)

(١٣) إذا كانت قيمة حاصل الإذابة (K_{sp}) لفلوريد الكالسيوم (CaF_2) هي 3.9×10^{-11} ، احسب كل من :

(أ) \square درجة ذوبان فلوريد الكالسيوم في الماء مقدرة بوحدة mol/L

(ب) تركيز أيونات الفلوريد (مصر ثان ١٠)

(ج) \square درجة ذوبان فلوريد الكالسيوم في الماء مقدرة بوحدة g/L

($2.1 \times 10^{-4} mol/L - 4.2 \times 10^{-4} mol/L - 0.016 g/L$)

(١٤) احسب قيمة حاصل الإذابة لمُحلول فوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ ، علماً بأن :

(أ) تركيز أيونات الكالسيوم $2 \times 10^{-8} mol/L$

(ب) تركيز أيونات الفوسفات $0.5 \times 10^{-3} mol/L$ (السودان أول ١١ ، مصر أول ١١)

(2.1×10^{-4})

٥ كيف تميز عملياً :

- ١- حمض الخليك النقي وحمض الخليك المخفف.
- ٢- حمض الخليك النقي وحمض الهيدروكلوريك المركز.

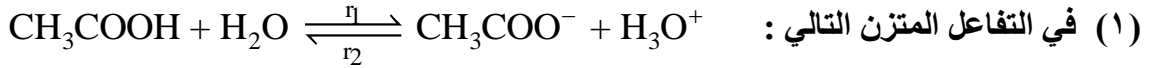
٦ قارن بين كل من :

- ١- المحاليل الإلكتروليتية والمحاليل اللاإلكتروليتية.
 - ٢- الإلكتروليتات القوية والإلكتروليتات الضعيفة.
 - ٣- التأين التام والتأين الضعيف.
 - ٤- الاتزان الكيميائي والاتزان الأيوني.
 - ٥- التميؤ والتعادل
- (الأزهر أول ١١)
(مصر أول ٠٦)
(مصر أول ١٤)

٧ ما المقصود بكل من :

- (١) المادة الإلكتروليتية.
 - (٢) التأين.
 - (٣) التأين التام.
 - (٤) التأين الضعيف.
 - (٥) الحمض الضعيف.
 - (٦) الاتزان الأيوني.
 - (٧) درجة التفكك. (الأزهر ثان ١٤)
 - (٨) قانون استفالد.
 - (٩) القاعدة الضعيفة.
 - (١٠) الحاصل الأيوني للماء.
 - (١١) الأس الهيدروجيني.
 - (١٢) الأس الهيدروكسيلي.
 - (١٣) التميؤ.
 - (١٤) المحلول المُشبع.
 - (١٥) درجة الإذابة.
 - (١٦) حاصل الإذابة.
- (السودان أول - ح - ١٤ ، مصر أول - ق - ١٥)
(مصر ثان ٠٨ ، مصر أول - ح - ١٤ ، مصر ثان - ق - ١٤)
(مصر ثان ١٢ ، الأزهر ثان ١٣)
(السودان أول ١٣ ، السودان أول - ق - ١٥)
(السودان أول ١٣ ، الأزهر ثان ١٤)
(مصر ثان ١٣ ، مصر ثان - ق - ١٤)

٨ أسئلة متنوعة :

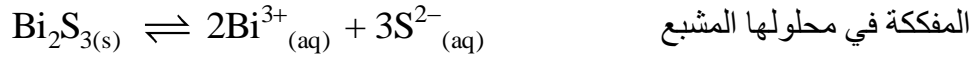


كيف تؤثر كل من التغيرات التالية على تركيز أيون الأسيتات مع التفسير ؟ (مصر أول ١٠)

(١) إضافة قطرات من حمض الهيدروكلوريك.

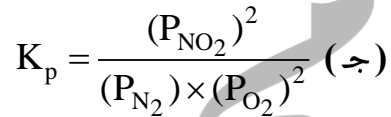
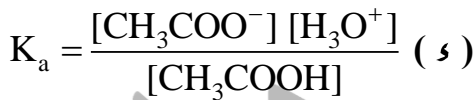
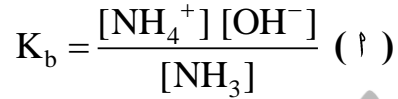
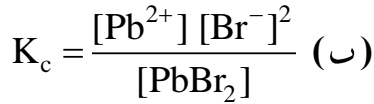
(٢) إضافة قطرات من محلول هيدروكسيد الصوديوم.

(٢) توضح المعادلة الاتزان الديناميكي الحادث بين مادة صلبة شحيحة الذوبان في الماء وأيوناتها



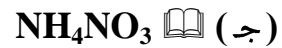
اكتب تعبيراً لحاصل الإذابة لمحلول مشبع من Bi_2S_3

(٣) اكتب المعادلات الرمزية التي تعبر عن كل مما يأتي :



(٤) اذكر دور واحد للعالم استفاد (مصر ثان ٨٠ ، مصر أول - ح - ١٥)

(٥) أي المواد الآتية تكون محاليلها حامضية أو قاعدية أو متعادلة ولماذا ؟



(الأزهر أول ١٢)



(٦) ما المحاليل الحامضية والقاعدية والمتعادلة فيما يلي إذا كانت قيمة pH كما يلي :

(د) 12.0

(ج) 4.0

(ب) 7.0

(١) 3.5

(٧) اكتب معادلتين تميؤ ملحاً أحدهما يكون له تأثير حمضي والآخر له تأثير قلوي على عباد الشمس

(٨) رتب المركبات التالية تبعاً لقيمة pH لمحاليلها المائية :



(٩) أحضرت طالبة أنبوبتين ، وضعت في الأولى محلول كربونات الصوديوم وفي الثانية محلول كلوريد

الأمونيوم وكشفت عن المحلولين بورقة عباد الشمس الزرقاء فوجدت أن الورقة تظل زرقاء في محلول

الأنبوبة الأولى وتحمر في الثانية . فسر هذه النتيجة مع كتابة المعادلات. (مصر أول - ح - ١٤)